

I

ZEITSCHRIFT
für
Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie)
und
Pflanzenschutz

mit besonderer Berücksichtigung der Krankheiten
von landwirtschaftlichen, forstlichen und gärtnerischen Kulturpflanzen.

46. Jahrgang.

November 1936

Heft 11.

Originalabhandlungen.

Aus der Abteilung für Waldschutz der Preußischen Versuchsanstalt für
Waldwirtschaft, Werbellinsee.

Zur Kenntnis der roten Kiefernbuschhornblattwespe, *Diprion sertifer* Geoffr. (*Lophyrus rufus* Panz.).

Von F. Schwerdtfeger.

(Mit 8 Abbildungen und 5 Tabellen.)

Inhalt.

1. Vorbemerkungen.
2. Beobachtungsgebiet.
3. Geschichte des Auftretens.
4. Beobachtungen an den Eiern.
5. Beobachtungen und Untersuchungen während der Raupenzeit.
 a) Wachstum. b) Fraß. c) Mortalität.
6. Zur Gradologie von *Diprion sertifer*.
7. Zusammenfassung.
8. Literatur.

1. Vorbemerkungen.

Im preußischen Forstamt Waitze mußten als Folge des Forleulenfraßes 1922/24 Stangen- und Althölzer in einem Gesamtumfang von 4160 ha oder 70 % der Holzbodenfläche des Reviers kahlabgetrieben werden. Bis zum Jahre 1931 sind die Kahlflächen wieder restlos in Kultur gebracht worden, und zwar zum kleinen Teil durch Kiefernsaat, zum weitaus überwiegenden Teil durch Kiefernplantage auf Pflugstreifen. Auf diesen riesigen Kulturen, deren Alter im Jahre 1935, in welchem die nachfolgenden Beobachtungen und Untersuchungen hauptsächlich ange stellt wurden, meist zwischen 4 und 8 Jahren schwankte, hat sich eine eigenartige Schädlingsfauna breit gemacht. Während sonst allgemein vorkommende Kulturschädlinge, wie der Engerling (*Melolontha melolontha* L. und *hippocastani* F.) oder der Rüsselkäfer (*Hylobius*

abietis L.) fehlen, richten andere Insekten, namentlich der Graurüßler (*Brachyderes incanus* L.), der Kiefernknospenwickler (*Evetria turionana* Hb.) und der Kieferntriebwickler (*Evetria buolianana* Schiff.) beträchtlichen Schaden an¹). Von 1932 bis 1935 hat außerdem die rote Kiefernbuschhornblattwespe (*Diprion sertifer* Geoffr.) in größerem Umfange gefressen. Es war möglich, über dieses bereits häufiger auf engbegrenzten Orten aufgetretene, aber selten näher untersuchte Schadinsekt eine Reihe von Beobachtungen anzustellen. Die Beobachtungen im Freiland wurden zum Teil an Hand eines Versuchsplans von den Revierbeamten durchgeführt, zum Teil von mir während zweier Besichtigungsreisen im April und August 1935; außerdem wurden einige Untersuchungen an eingesandtem Material im Institut in Werbellinsee angestellt. Ich möchte auch an dieser Stelle Herrn Forstamtmann Lange und seinen Beamten, namentlich Herrn Revierförster Maäß und Herrn Hilfsförster Vandrey, für ihre wertvollen Beobachtungen und die mir geleistete Unterstützung herzlichen Dank sagen.

2. Beobachtungsgebiet.

Das Forstamt Waitze liegt im Regierungsbezirk Schneidemühl, ostwärts Schwerin an der Warthe. Die östliche Reviergrenze ist gleichzeitig Reichsgrenze gegen Polen.

Der Forstamtsbezirk liegt zum größten Teile in einem Binnen-dünengebiet, dessen Klima durch spärliche Niederschläge ausgezeichnet ist. Tabelle 1 gibt eine Zusammenstellung der wichtigsten Klimadaten nach dem Hellmannschen Klimaatlas.

Tabelle 1.
Die wichtigsten Klimazahlen von Waitze.

Monat	Luft- temperatur ° C	Relative Luftfeuchtigkeit %	Nieder- schlag mm
Januar	— 2,0	88	35
Februar	— 0,6	88	37
März	+ 2,1	83	37
April	7,0	74	35
Mai	12,6	71	58
Juni	16,0	68	51
Juli	17,6	73	70
August	16,5	75	57
September	13,2	79	41
Oktober	8,2	84	35
November	3,0	88	37
Dezember	— 0,6	89	37
Jahr		7,9	530

¹⁾ Vergleiche näher: Schwerdtfeger, Kulturschädlinge nach Forleulenfraß. Zeitschr. für Forst- und Jagdwesen, 1936.

Die Winter sind kalt, die Frühjahre und Sommer trocken und heiß. Der Übergang vom Winter zum Sommer vollzieht sich sehr rasch.

Die Ertragsklassen auf den Sandböden liegen hauptsächlich zwischen III. und V. Die IV. Ertragsklasse nimmt den weitaus größten Teil des Reviers ein.

Das ganze Revier ist mit reiner Kiefer bestanden.

3. Geschichte des Auftretens.

Die rote Kiefernbuschhorn-Blattwespe trat auf den älteren Kulturen und angehenden Dickungen seit 1932 in jährlich wachsendem Umfange auf. Nach den Angaben der örtlichen Beamten hatte die Befallsfläche — soweit sie noch nachträglich ermittelt werden konnte — in den einzelnen Jahren folgenden Umfang:

Tabelle 2.

Befallsfläche von *D. sertifer* in Waitze 1932—1935.

Revierförsterei	Befallsfläche in Hektar im Jahre			
	1932	1933	1934	1935
Hoffnung	10	25	80	75
Kranzinbruch	?	?	130	130
Wilhelminenhof	?	?	35	80
Ziegelei	—	?	51	58
Rotheheide	—	—	—	6

(Es bedeuten: ? Wespe vorhanden, Befallsflächen aber nicht mehr festzustellen, — Wespe nicht vorhanden.)

Die Befallsfläche hat also vom Beginn des Fraßes im Jahre 1932 bis zum Höhepunkt 1935 stetig zugenommen. Im Jahre 1935 betrug sie insgesamt 349 ha.

Besonders befallen waren die Kulturen auf schlechten Böden in warmer, sonniger Lage, namentlich Kuppen und Ost-, Südost-, Süd- und Südwesthänge.

Im Jahre 1936 ist der Schädling erneut aufgetreten, aber in wesentlich geringerer Ausdehnung und Stärke als im Jahr zuvor. Offenbar ist die Gradation im Ausklingen.

4. Beobachtungen an den Eiern.

Bei meiner ersten Besichtigung der Befallsflächen im April 1935 konnten die Eiablagen an den Nadeln der vorjährigen Maitriebe gut erkannt werden; die Taschen, in denen die Eier saßen, hoben sich schon äußerlich durch größere Dicke und schwache, helle bis bräunliche Verfärbung von der übrigen Nadeloberhaut ab (Abb. 1).



Abb. 1. Eiablagen von *D. sertifer*, Waitze, April 1935.

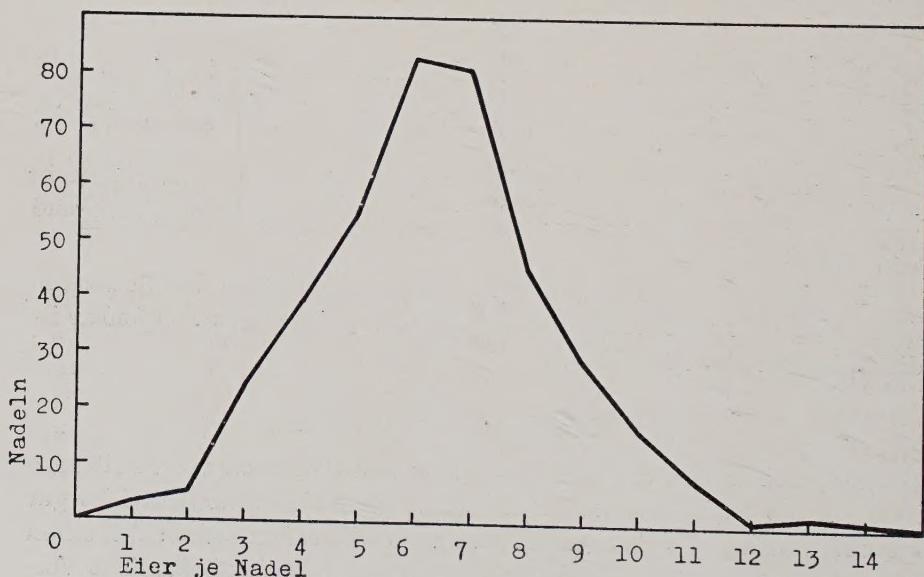


Abb. 2. Zahl der Eier je Nadel. Variationskurve.

An 394 belegten Nadeln mit insgesamt 2526 Eiern fanden sich als Minimum 1, als Maximum 14 Eier auf einer Nadel. In der Regel war eine Nadel mit 3—9, am häufigsten mit 6 und 7 Eiern belegt. Eine variationsstatistische Berechnung ergab im Mittel 6,41 Eier je Nadel und die Standardabweichung $\pm 2,091$. In Abbildung 2 ist die Variationskurve der Eizahlen je Nadel dargestellt. Scheidter fand bei Zählungen an im Freien belegten Nadeln stets durchschnittlich 6—7 Eier, also die gleiche Zahl wie in Waitze; als Extremwerte nennt er 2 und 10 Eier je Nadel. Shiprovitsh zählte 2—9 Eier je Nadel. Nach Schönwiese wurden in Südkärnten an einer Nadel bis 18, im Mittel 9 Eier abgelegt, somit etwas mehr als in Waitze.

Eiablagen wurden teilweise an beiden, teilweise nur an einer Nadel eines Nadelpaares (Kurztriebes) gefunden. Von 248 Kurztrieben waren bei 146 oder 59 % beide Nadeln, bei 102 oder 41 % nur die eine Nadel mit Eiern belegt. In der Mehrzahl der Fälle hatte also Eiablage an beiden Nadeln des Kurztriebes stattgefunden. Bei der gewöhnlichen Kiefernbuschhornblattwespe (*D. pini* L.) ist dies anders: Eliescu fand von 85 Kurztrieben nur 3, bei denen beide Nadeln mit Eiern belegt waren; *Diprion pini* legt also ihre Eier im allgemeinen nur an eine Nadel des Kurztriebes.

Die Zahl der belegten Nadelpaare in einem Maitrieb schwankte bei 20 untersuchten Trieben zwischen 6 und 20.

Die an einem Maitrieb abgelegten Eier sollen nach Schönwiese alle von ein und demselben Weibchen stammen; er fand die Triebe mit rund 80 bis 110, im Mittel 94 Eiern besetzt. In Waitze schwankte die Zahl der Eier an 25 untersuchten Trieben zwischen 49 und 231 und betrug im Mittel 118 Stück je Trieb.

In der zweiten Hälfte des April war die Embryonalentwicklung beendet, und die Räupchen begannen zu schlüpfen. Als Schlüpftage wurden der 18. bis 22. April 1935 beobachtet; in diesen Tagen herrschten Mitteltemperaturen von rund 14° und Mittagstemperaturen von 20 und 21° C.

Die Mortalität der Eier ist gering gewesen. Auf zwei Versuchsflächen, über die im nächsten Abschnitt Näheres gesagt wird, wurden am 16. und 19. April 2471 bzw. 3001 Eiablagen gezählt. Bald darauf setzte das Schlüpfen ein; erneute Zählungen am 28. April bzw. 4. Mai ergaben 2247 und 2680 Räupchen, das sind 91 bzw. 89 % der vorher festgestellten Eiablagen. In der so ermittelten Sterblichkeit von 9 und 11 % ist enthalten die Mortalität der Eiräupchen während und kurz nach dem Schlüpfen und die Mortalität der Eier. Letztere kann somit nur gering gewesen sein und wird schätzungsweise weniger als 5 % betragen haben.

Es ist in diesem Zusammenhang notwendig, auf Versuche kurz einzugehen, die Schönwiese mit Eiern von *D. sertifer* angestellt hat, und auf die Schlußfolgerungen, die daraus zu ziehen sind. Schönwiese hat mit Eiern belegte Nadeln verschiedenen konstanten Temperatur- und Luftfeuchtigkeitskombinationen ausgesetzt und deren Einwirkung auf die Eier fortlaufend beobachtet. Es wurden zwei Versuchsreihen durchgeführt, eine im Winter, die andere im April, kurz vor dem Schlüpfen der Eier. Im Winterversuch konnte in keinem Fall Beginn der Embryonalentwicklung beobachtet werden; die Eier ließen sich nicht treiben und gingen fast restlos ein. Beim Frühlingsversuch wurde teilweise Weiterentwicklung bis zur Junglarve in einem bestimmten Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsbereich erreicht; in diesem Versuch lag das Optimum für die Embryonalentwicklung zwischen + 2 und + 22° C. Beide Versuchsreihen ließen große Empfindlichkeit der Eier gegen Eintrocknen der Nadeln erkennen. Obwohl Schönwiese selbst darauf hinweist, daß die Versuchsergebnisse sich nicht direkt auf Freilandverhältnisse anwenden lassen, da die vom Trieb abgelöste Nadel in ihrem Feuchtigkeitsgehalt ganz anders von der relativen Luftfeuchtigkeit beeinflußt wird als die Nadel in der Natur, zieht er doch folgende praktische Folgerung aus seinen Versuchen: „Die Eier sind gegen Austrocknen der Nadelsubstanz sehr empfindlich; Bestände, bei denen die äußeren Verhältnisse einen geringen Feuchtigkeitsgehalt der Nadeln herbeiführen, insbesondere in ausgesprochenen Windlagen, sind daher vom Schädling weniger gefährdet, als es andere Bestände im allgemeinen sind“. Dazu ist zu sagen: durch Wind wird die Verdunstung und damit die Ursache der Wasserbewegung im Baum erhöht; der durch Verdunstung entstehende Wasserverlust in den Nadeln wird durch Zufuhr von unten wieder ersetzt; droht der Verlust mengenmäßig die Zufuhr zu übersteigen, so wird die Verdunstung durch Schließung der Spaltöffnungen herabgesetzt. Eine Änderung im Feuchtigkeitsgehalt der Nadeln, die so stark ist, daß eine nennenswerte Einwirkung auf die Eier entsteht, ist nur denkbar bei anhaltender Dürre, Hitze und Wind, verbunden mit Wassermangel im Boden, der ausreichenden Nachschub nicht zuläßt. Solche Verhältnisse dürften aber zur Eizeit von *D. sertifer* (Oktober bis April) kaum jemals vorkommen. Nach Untersuchungen von Puttendorfer über den Wasserhaushalt der Kiefer schwankte der Wassergehalt der einjährigen Nadeln (an denen die *Diprion*-Eier abgelegt sind) bei märkischer Kiefer in der Zeit vom 19. Dezember 1932 bis 26. Juni 1934 zwischen den Extremwerten 51,5 und 69,2 % des frischen Nadelgewichts. Selbst im Minimum betrug der Wassergehalt mehr als die Hälfte des Nadelgewichts. Die Nadeln entstammten allerdings nicht „ausgesprochenen Windlagen“, die Beobachtungszeit umfaßt aber den sehrdürren April 1934, der im Evaporimeter eine um

64% höhere Verdunstung zeigte als der gleiche Monat in den Jahren 1930 bis 1932. Während dieser Dürrezeit schwankte der Wassergehalt der Nadeln zwischen 51,5 und 55,6%. Diese Zahlen bilden zweifellos eine Bestätigung der obigen Überlegung. Somit fehlen der Schlußfolgerung von Schönwiese die pflanzenphysiologischen Voraussetzungen. Aus seinem Versuch läßt sich hinsichtlich des Einflusses der Luftfeuchtigkeit im Freiland nur schließen, daß Eier sich in belegten, durch irgendwelche Ursache abgerissenen oder abgefallenen Nadeln entwickeln können, wenn die Luftfeuchtigkeit dauernd sehr hoch bleibt, und daß die Sterblichkeit der Eier um so höher steigt, je geringer die Luftfeuchtigkeit ist und je stärker die Nadeln austrocknen.

5. Beobachtungen und Untersuchungen während der Raupenzeit.

a) Wachstum.

Die Räupchen schlüpften zwischen dem 18. und 22. April. Das ist im Vergleich mit Literaturangaben ziemlich früh; so berichten Judeich-Nitsche auf Grund schriftlicher Mitteilung von Borries, daß in Dänemark die Larven Anfang Juni schlüpfen und bis Mitte Juli fressen; nach Schönwiese erscheinen die Jungräupchen Anfang Mai.

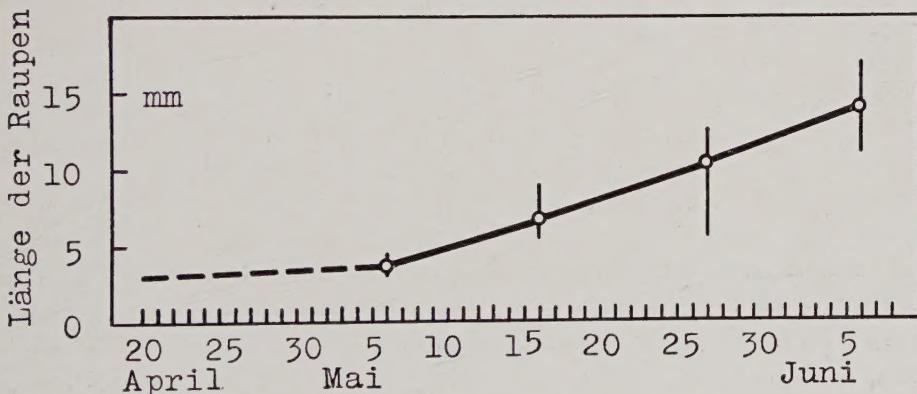


Abb. 3. Längenwachstum der Raupen von *D. sertifer* in Waitze 1935.

In Abständen von etwa 10 Tagen wurden mir Raupen geschickt, die Anlaß zu einigen Untersuchungen boten.

Von den jeweils frisch erhaltenen Raupen wurden 30 gemessen; das Ergebnis der vier Messungsreihen ist in Abbildung 3 dargestellt. Die Punkte zeigen das Mittel der Messungen, die senkrechten Geraden die ermittelte Variationsbreite. Die dickausgezogene Wachstumskurve steigt von der ersten Messung am 6. Mai bis zur letzten am 6. Juni fast geradlinig, nur wenig nach oben gebogen an. Das Wachstum der Raupen ist also in diesem Zeitraum im Durchschnitt der Population

ganz gleichmäßig verlaufen. Vom Schlüpfen der Larven bis zur ersten Messung ist das Wachstum, das durch die gestrichelte Linie näherungsweise angedeutet ist, langsamer gewesen, wahrscheinlich eine Folge der sehr kühlen Witterung während eines Teiles dieser Zeit. Nach dem 6. Juni konnten Messungen nicht mehr angestellt werden, da die Raupen ziemlich plötzlich und rasch abstarben; auf dieses Massensterben wird noch zurückzukommen sein.

Um den Verlauf der Häutungen festzulegen, wurde aus jeder Raupe sendung der Anteil der Larvenstadien ermittelt. Es waren am

- 6. 5. 100% der Raupen im 1. Stadium,
- 16. 5. 73% im 2. und 27% im 3. Stadium,
- 27. 5. 50% im 3. und 50% im 4. Stadium,
- 6. 6. 33% im 4. und 67% im 5. Stadium.

Mit Ausnahme der ersten Sendung, die ausschließlich Eiraupen enthielt, sind stets zwei Stadien nebeneinander vorgekommen. Die Häutungen erfolgten nicht ziemlich gleichzeitig, sondern zogen sich jeweils über einen längeren Zeitraum hin. So ist es auch nicht möglich, einen bestimmten Zeitpunkt für jede Häutung anzugeben; man kann höchstens einen Höhepunkt der Häutung nennen, wenn man als solchen den Tag ansieht, wo die Raupenpopulation zur Hälfte im vorigen und zur Hälfte im kommenden Stadium steht und wo vermutlich die Häutungsfrequenz ihr Maximum besitzt. In diesem Sinne lassen sich Häutungstage näherungsweise wie folgt angeben:

1. Häutung	9. Mai,
2. „	19. Mai,
3. „	27. Mai,
4. „	5. Juni.

Demnach haben die Larvenstadien im großen Durchschnitt folgende Dauer gehabt:

Tabelle 3.

Dauer der Larvenstadien von *D. sertifer* in Waitze 1935.

Larvenstadium	Dauer in Tagen	Mittlere Lufttemperatur °C
1	19	12
2	10	13
3	8	17
4	9	14

Die angegebene mittlere Lufttemperatur ist das Mittel aus Messungen um 8, 13 und 20 Uhr, die im Befallsgebiet bei zwei Forsthäusern vorgenommen wurden. Die weiteren Häutungen und Stadien konnten infolge Absterbens der Raupen nicht näher beobachtet werden. Ver-

einzelte Raupen waren bereits am 6. Juni im Einspinnstadium; auch ganz wenige frisch gesponnene Kokons mit daransitzenden Raupen wurden gefunden.

Das Stadium der Larven wurde nach der Breite der Kopfkapsel bestimmt. Da es nicht möglich war, die gleichen Raupen vom Schlüpfen ab in ihrer Entwicklung zu beobachten und die Messungen an Larven vorzunehmen, deren Stadium einwandfrei bekannt war, mußte aus den Messungen der jeweiligen Sendungen durch statistische Auswertung auf das jeder Kopfkapselbreite zugeordnete Stadium geschlossen werden. Es ergaben sich folgende Werte für Kopfkapselbreite und Raupenlänge:

Tabelle 4.

Kopfkapselbreite und Raupenlänge der Stadien von
D. sertifer in Waitze 1935.

Stadium	Zahl der untersuchten Raupen	Breite der Kopfkapsel in mm			Länge der Raupen in mm		
		Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel
1	12	0,5	0,7	0,57	3,0	4,2	3,6
2	22	0,6	0,8	0,72	4,5	8,0	6,4
3	23	1,0	1,3	1,15	5,5	12,5	8,8
4	25	1,3	1,7	1,51	10,0	17,0	11,8
5	20	1,7	1,8	1,75	12,0	17,0	14,5

Während die Schädelbreiten gut mit den Angaben für *D. pini* bei Eliescu übereinstimmen, sind sie, namentlich in den älteren Stadien, geringer als die von Schönwiese für *D. sertifer* mitgeteilten Zahlen; das gleiche gilt für die Larvenlängen. Möglicherweise ist der Unterschied durch verschiedene Untersuchungsmethoden zu erklären; doch läßt sich nicht erkennen, ob Schönwiese seine Werte auf anderem Wege, durch Messung von gezüchteten Raupen mit einwandfrei bekanntem Alter gefunden hat. Es läßt sich auch denken, daß sich das nahe bevorstehende Ende der Massenvermehrung durch Zwergwuchs angekündigt hat, wobei es offen bleibt, ob das Zurückbleiben im Wachstum auf innere physiologische Ursachen (Degeneration) oder auf bereits vorhandene Infektion mit Krankheitserregern (Bakterien) zurückzuführen ist.

Die Raupen aus den Sendungen wurden sogleich auf frisches Futter gesetzt, gingen aber in der Regel bald ein. Länger als eine Häutungsperiode waren die Larven im Institut nicht am Leben zu erhalten.

b) F r a ß.

Wie viele Blattwespenlarven fressen auch die Raupen von *D. sertifer* in Gesellschaft. Namentlich in den jüngeren Stadien sitzen sie in Klumpen und Haufen zusammen; häufig konnte beobachtet werden,

daß die Eiraupen ihre Köpfe in der gleichen Höhe hatten, sodaß 3 oder 4 Köpfe nebeneinander an der gleichen Nadel fraßen.

Die Eiraupen nagen Scharten in die Nadeloberfläche, die sich mehr oder weniger weit um den Umfang der Nadel herum erstrecken können. Die Epidermis wird abgenagt; das kann von allen Seiten, auch von der Kante her geschehen. Nur eine Mittellamelle bleibt unversehrt (Abb. 4).



Abb. 4. Fraß der Eiraupen von *D. sertifer* an Kiefer.

In den mittleren Stadien wird die ganze Nadel bis auf den vielfach stehenbleibenden Mittelstrang verzehrt; häufig bleibt die Nadelspitze verschont, sodaß ein sehr charakteristisches Fraßbild mit übriggebliebener Mittelrippe und daranhängender Nadelspitze entsteht. Die alten Raupen fressen die ganze Nadel mit der Mittellamelle. Immer bleibt ein Nadelstumpf erhalten (Abb. 5).

Befressen werden nur die vorjährigen und — soweit vorhanden — vorvorjährigen Triebe; die diesjährigen Maitriebe bleiben verschont. Nach starkem Fraß besitzen die Kiefern nur noch ihre Maitriebe; an den älteren Trieben sind kurz nach Beendigung des Fraßes die Nadelstummel zu erkennen (Abb. 6). Diese fallen bald ab, sodaß später nur

noch das alleinige Vorhandensein der Maitriebe an den Fraß erinnert (Abb. 7).

Da regelmäßig die jüngsten Triebe verschont bleiben, führt der Fraß nur in Ausnahmefällen zum Tode der Kiefer.

Als Hauptfraßzeit, in der sich starke Nahrungsaufnahme mit fortschreitender Entnadelung beobachten ließ, wurde von den Revierbeamten die Zeitspanne zwischen dem 13. und 25. Mai gemeldet; das ist der Zeit-



Abb. 5. Fraß mittelalter und ausgewachsener Raupen von *D. sertifer* an Kiefer.

raum von der Mitte des zweiten Stadiums bis zum Beginn des Massensterbens. Durch das vorzeitige Ende der Massenvermehrung ist der stärkste Fraß, der sonst im 4. und 5. Stadium stattfindet, nicht mehr zur Geltung gekommen.

c) Mortalität.

Auf die Beobachtung der Sterblichkeit der Afterraupen wurde besonderer Wert gelegt; sie wurde in ähnlicher Weise ausgeführt, wie sie bereits 1933 bei Untersuchungen über die Mortalität der Forleule (Schwerdtfeger) erprobt worden war. In zwei Förstereien wurde je eine Versuchsfläche ausgeschieden, auf der die Menge abgelegter Eier

bei zehn nicht zu weit voneinander entfernten, etwa mannshohen Stämmchen festgestellt wurde. Es wurde nun beobachtet, wann die Räupchen schlüpften, und vom Schlüpfstage ab in ungefähr sieben-tägigem Abstande immer wieder die Zahl der auf den zehn Kronen fressenden Raupen ermittelt. Die sehr langwierige und mühsame Arbeit wurde dadurch erleichtert, daß die Blattwespenlarven verhältnismäßig wenig ihren Fraßort wechseln. So zeigen auch die bei den aufeinander folgenden



Abb. 6. Von *D. sertifer* stark befressene Kiefer kurz nach dem Fraß.
Die Nadelstummel am vorjährigen Trieb sind noch vorhanden.

Zählungen auf den Einzelstämmen gefundenen Zahlenreihen eine verblüffende Übereinstimmung. Der Besatz an Eiern bei der ersten Zählung schwankte zwischen 87 und 597 je Krone. Auf der Versuchsfläche in der Försterei Wilhelminenhof (W) wurde eine Ausgangspopulation von 2471 Eiern auf zehn Stämmen gezählt. Auf der Fläche der Försterei Kranzinbruch (K) wurden während der Fraßzeit der Raupen vier Beobachtungsstämmen sehr stark von Ameisen besucht; da diese Stämme

eine erhöhte Sterblichkeit unter den Raupen zeigten, schieden sie zunächst für die Darstellung des normalen Fraßverlaufs aus. Auf den restlichen sechs Stämmen der Versuchsfläche K fand sich eine Ausgangspopulation von 1702 Eiern.

Das Ergebnis der Auszählungen ist in den beiden dicker ausgezogenen Kurven der Abbildung 8 dargestellt. Die Ausgangspopulation



Abbildung 7. Von *D. sertifer* stark befressene Kiefer einige Monate nach dem Fraß.
Die Nadelstummel sind abgefallen.

ist gleich 100 gesetzt, die gefundenen Raupenmengen sind in Prozent der ersten Zählung angegeben.

Die Bevölkerungsdichte auf Fläche W hat vom 16. April bis zum 26. Mai sehr gleichmäßig, fast geradlinig, aber verhältnismäßig schwach abgenommen. Sie hat sich während dieser 41 Tage, welche das Ende der Eientwicklung und die drei ersten Raupenstadien umfassen, um 30 % vermindert. Nach dem 26. Mai stürzt die Kurve steil ab; nach

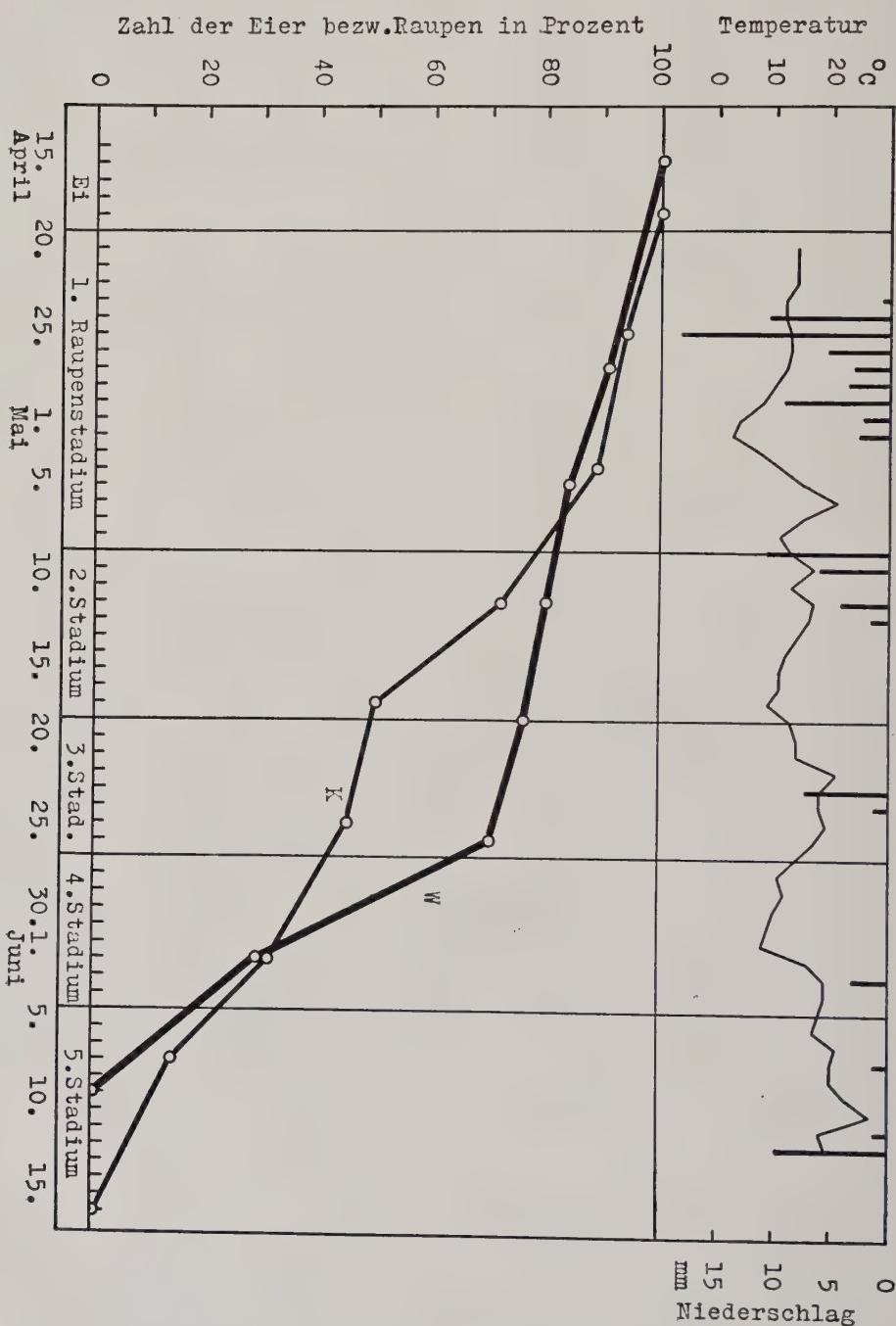


Abbildung 8. Ergebnis der periodischen Raupenzählungen auf den Versuchsflächen in Wilhelminenhof (W) und Kranzinbruch (K). Erläuterung im Text.

einer Woche sind nur noch 29% Raupen vorhanden, und nach einer weiteren Woche sind die Larven restlos tot.

Auf der Versuchsfläche K verläuft die Populationskurve zunächst parallel der Kurve W. Nach der dritten Zählung am 4. Mai setzt ein stärkeres Absterben ein, das in der zweiten Maihälfte etwas abgeschwächt wird, im allgemeinen aber ziemlich gleichmäßig bis zur völligen Auflösung der Population am 17. Juni führt.

Welche Umstände waren nun maßgebend für den Verlauf der Bevölkerungsbewegung? Welche Ursachen bedingten die Sterblichkeit der Raupen?

In erster Linie ist hier an die Witterung zu denken; werden doch allgemein die *Diprion*-Raupen als sehr anfällig gegenüber Witterungserscheinungen bezeichnet. Ratzeburg führt mehrere Beispiele für massenhaftes Absterben von *D. pini* nach Kälte, Nebel und Gewitter an; doch fehlt es auch nicht an Beispielen für die Zählebigkeit dieser Tiere. Altum teilt mit, daß die Blattwespenlarven sehr durch Fröste leiden. Nach Judeich-Nitsche sind die Blattwespenlarven durchweg gegen Witterungseinflüsse empfindlicher als die Schmetterlingsraupen. „Kurz nach einer Häutung und kurz vor dem Einspinnen werden die Larven durch Frost, niedrige Temperatur und Regengüsse massenhaft vernichtet. Man kennt Beispiele, daß solche plötzlich eintretende schlechte Witterung dem Larvenfraße auf weite Strecken hin mit einem Schlag Einhalt getan hat.“ Vorsichtigerweise wird hinzugefügt, daß nicht festgestellt sei, inwieweit hierbei Pilzepidemien und — wie ich ergänzen möchte — bakterielle Seuchen mitgespielt haben.

Das Frühjahr 1935 war zur Beobachtung des Wettereinflusses auf die Raupen denkbar günstig. Während des Larvenlebens gab es vom 21. April bis 13. Juni 19 Regentage mit insgesamt 102,8 mm Niederschlag; der normale Niederschlag innerhalb dieses Zeitraumes beträgt 93,7 mm. Mehr als die Hälfte des gesamten Niederschlags, nämlich 56,0 mm, fielen vom 24. April bis 2. Mai, während die Raupen sämtlich im ersten Stadium waren. Die zweite größere Niederschlagsperiode mit 22,9 mm traf auf den Anfang des zweiten Stadiums vom 9. bis 13. Mai. Nach Schönwiese sollen die jüngsten Larvenstadien (etwa 1—3) gegen Witterungseinflüsse besonders empfindlich sein. Im Gegensatz zu dieser Auffassung haben die beiden ausgiebigen Niederschlagsperioden einen merklichen Einfluß auf den Verlauf der Populationsbewegung nicht gehabt. Während der ersten Niederschlagsperiode, welche die Eiraupe trifft, laufen beide Populationskurven (Abb. 8) stetig und gleichmäßig, aber sehr langsam bergab, ohne merkbare Beeindruckung durch die Wassermenge. Kurve W setzt diesen Lauf mit der gleichen Stetigkeit auch während der zweiten Regenperiode fort. Das stärkere Absinken der Kurve K nach dem 4. Mai ist vermutlich

nicht durch die Witterung bedingt, sondern auf andere, später zu besprechende Faktoren zurückzuführen.

Die 19 Regentage brachten nicht nur erhebliche Wassermengen zu Boden, auch die Form der Niederschläge mußte nach vielfach verbreiteter Ansicht geeignet sein, überaus ungünstig auf die Larven zu wirken. Viermal traten Gewitter auf, dreimal gab es Hagel und viermal war der Regen mit Schneeschauern durchmischt, alles — mit Ausnahme zweier Gewitter — während der ersten beiden Raupenstadien.

Um das Maß voll zu machen, zeigte sich auch die Temperatur sehr wenig freundlich. Wenige Tage nach dem Schlüpfen der Raupen setzte eine Kälteperiode ein, die am 1. und 2. Mai mittlere Tagestemperaturen von 4 und 3° C brachte. In der Nacht des 1. Mai, in der Mitte des Eiraupenstadiums, fiel das Thermometer auf — 4° C. Auch am 2., 8. und 31. Mai gab es nachts Frost.

Ungünstiger läßt sich die Witterung für die Larven kaum vorstellen. Trotzdem ergaben die regelmäßig ausgeführten Zählungen nur eine normal zu nennende, durch das Wetter merklich nicht beeinflußte Sterblichkeit gerade während der ersten Stadien, die besonders schlechtes Wetter über sich ergehen lassen mußten und die besonders empfindlich sein sollen.

So berichten auch die Revierbeamten, die anfangs große Hoffnungen auf die Witterung gesetzt hatten: „Trotz Regen, Schnee, Hagel und mehreren starken Nachtfrösten zur Zeit des Eiraupenstadiums haben die Raupen nach meinen Beobachtungen nicht gelitten. Sie waren absolut, selbst als Eiraupe, wetterfest“. (Revierförster Maaß, Wilhelminenhof.) „Regen, Schnee, Hagel, starker Frost hatten keinen Einfluß“ (Forstaufseher Lehmann, Kranzinbruch). „Der starke Frost vom 1. Juni schadete den Raupen nicht.“ (Unterförster Michna, Rotheheide).

In Waitze hat im Frühjahr 1935 die denkbar schlechte Witterung keinen nennenswerten Einfluß auf die Mortalität der Larven ausgeübt.

Räuberische Tiere sind in auffallendem Maße nicht beobachtet worden. Aus Kranzinbruch wurde ein stärkeres Auftreten der Kamelhalsfliege gemeldet¹⁾. Von lokaler Bedeutung waren Ameisen: auf der Versuchsfläche K stellten sich auf vier Beobachtungsbäumen Ameisen in großer Zahl ein und richteten ein großes Morden unter den Blattwespenlarven an. Vergleicht man die Ergebnisse der Raupenzählungen auf diesen vier auffallend stark von Ameisen besuchten Bäumen mit den Zahlen der anderen sechs Kiefern, so ergibt sich folgendes Bild:

¹⁾ 1936 wurden auf den Befallsflächen auffallend viele Stare beobachtet.

Tabelle 5.

Ergebnis von Raupenzählungen auf Kiefern, die stark von Ameisen besucht wurden.

Ausgangspopulation	davon in Prozent wiedergefunden am								
	am 19. 4.	26. 4.	4. 5.	12. 5.	18. 5.	25. 5.	2. 6.	8. 6.	17. 6.
Ameisen-Kiefern	1299	98	90	48	12	3	0,5	0	0
Vergleich	1702	94	89	72	50	45	31	14	0

Bis zum 4. Mai geht auf allen Beobachtungsbäumen die Verringerung der Raupen gleichmäßig vor sich. Dann nimmt bis zum 18. 5., also innerhalb 14 Tagen, die Raupenzahl auf den Ameisenkiefern um 78 % der Ausgangsdichte ab, während sie auf den anderen Bäumen im gleichen Zeitraum um 39 % geringer wird; die Mortalität betrug also auf den Ameisenkiefern prozentual genau das Doppelte der Vergleichsbäume. Diese erhöhte Mortalität ist mit allergrößter Wahrscheinlichkeit auf das Konto der Ameisen zu setzen; in absoluten Zahlen bedeutet das, daß auf den vier stark besuchten Bäumen die Ameisen in den beiden Wochen vom 4. bis zum 18. Mai insgesamt 507 oder täglich 36 Raupen mehr vertilgt haben, als auf den anderen Kiefern starben. Die Ameisenkiefern waren Ende Mai praktisch raupenfrei, die anderen dagegen erst Mitte Juni. In lokal begrenztem Umfange sind somit die Ameisen als wichtiger Mortalitätsfaktor aufgetreten.

Es ist nicht wahrscheinlich, daß die Ameisen, die auf vier Bäumen der Versuchsfläche K so stark auftraten, die übrigen Kiefern streng gemieden haben. Wenn hier ihre nützliche Tätigkeit auch nicht unmittelbar beobachtet wurde, so ist doch anzunehmen, daß sie auf den anderen „ameisenfreien“ Bäumen, die auf der kleinen Fläche noch innerhalb ihres Jagdgebietes lagen, sich auch ihre Opfer holten. Durch diesen Umstand läßt sich der Unterschied in den beiden Populationskurven der Flächen W und K (Abb. 8) erklären, welch letzterer nur die Raupenzahlen der „ameisenfreien“ Kiefern zugrunde liegen. Die allgemeine, nicht in die Augen fallende Tätigkeit der Ameisen auf Fläche K verursacht ein rascheres Absinken der Raupendichte als in W; daß die erhöhte Sterblichkeit in K zum gleichen Zeitpunkt einsetzt, an dem auf den Ameisenkiefern erstmalig die Räuber in großer Zahl beobachtet wurden, bestätigt die Vermutung.

Schlupfwespen und Tachinen haben in großer Zahl geschwärmt. Von einem Beobachter wird die Zeit zwischen dem 12. und 26. Mai als Hauptschwarmzeit der Parasiten bezeichnet. Um welche Arten es sich handelte, läßt sich nicht feststellen, da die vorgesehenen Zuchten durch das Massensterben der Raupen vereitelt wurden.

Das schon mehrfach erwähnte Massensterben setzte Ende Mai ein. Die beobachtenden Revierbeamten berichteten: „Am 25. 5. wurden einzelne Raupen mißfarbig, schlaff. Einzelne waren abgestorben; am 28. 5. machte sich starkes Absterben bemerkbar, am 8. 6. waren nur mehr wenig Raupen vorhanden, am 12. 6. waren Raupen restlos verschwunden.“ (Forstaufseher Lehmann, Kranzinbruch.) „Nach blassem Aussehen setzte Absterben am 30. 5. ein. Am 10. 6. waren sämtliche Raupen tot. Die Raupen färbten sich braun bis schwarz und hingen tot (ähnlich der Schlaffkrankheit) an den Trieben. Inhalt: schwarzbraun, breiig“. (Revierförster Maaß, Wilhelminenhof.) Nach diesen Meldungen muß auf eine Bakteriose geschlossen werden. Zum gleichen Ergebnis kam ich bei Prüfung der mir zugesandten Raupen. Die Sendung vom 4. Juni enthielt etwa 75% tote und kranke Larven. Die toten Raupen waren eingefallen, schlaff, mißfarbig, teilweise mit dunklen Flecken, von einer braunen, jaucheartigen Flüssigkeit erfüllt. Auch die noch lebenden Raupen machten durchweg einen schlaffen und kranken Eindruck. In der Sendung vom 22. Juni waren sämtliche Raupen abgestorben; sie zeigten alle das gleiche, charakteristische Bild, das im allgemeinen auf eine Bakterienerkrankung zurückgeführt wird. Vielleicht ist hier auch *Bacillus septicaemiae lophyri* wirksam gewesen, der nach Shipirovitsh in der Ukraine die Raupen von *D. sertifer* in großem Umfang vernichtete.

Ob die Bakteriose primär auftrat oder als Folge einer sehr starken Parasitierung, wie es für den Zusammenbruch der Forleulengradation 1933 nachgewiesen wurde (Schwerdtfeger), konnte nicht ermittelt werden. Sie hatte jedenfalls die fast restlose Vernichtung der Raupenpopulation zur Folge. Nur in der schwach befallenen Försterei Ziegelei kamen einige Raupen zur Verpuppung. Hier flog die Wespe Ende September und legte bis in den Oktober hinein ihre Eier, allerdings in unbedeutender Menge.

Das wesentlichste Ergebnis der Mortalitätsuntersuchungen ist die Erkenntnis, daß 1935 in Waitze die rote Kiefernbuschhornblattwespe im Raupenstadium eine ausgesprochene Widerstandsfähigkeit gegen ungünstigste Witterungsbedingungen zeigte und daß ihr Ende durch plötzliches Auftreten einer Raupenkrankheit verursacht wurde, die ihren Symptomen nach vermutlich als Bakteriose anzusehen ist.

6. Zur Gradologie von *Diprion sertifer*.¹⁾

Auf Grund der nur eine Ei- und Raupengeneration umfassenden Beobachtungen in Waitze können naturgemäß keine Folgerungen auf

¹⁾ Die Gradologie, die Lehre von den Gradationen, den Massenvermehrungen, behandelt den Massenwechsel von Organismen, z. B. von *Diprion sertifer*; die

den Verlauf und die Ursachen des Massenwechsels von *D. sertifer* gezogen werden.

Es scheint mir aber notwendig zu sein, noch kurz auf die Arbeiten von Schönwiese einzugehen, die er im Anschluß an eine Gradation von *D. sertifer* 1931/32 in Südkärnten veröffentlicht hat. Schönwiese hat durch Beobachtungen und Experimentaluntersuchungen unser Wissen über dieses Schadinsekt zweifellos bereichert; bei der Auswertung seiner Befunde ist er aber über das Ziel hinausgeschossen. Bereits oben wurde darauf hingewiesen, daß die Folgerungen aus seinen Ei-versuchen zu weitgehend sind.

Schönwiese behandelt in einem besonderen Kapitel über den Einfluß äußerer Faktoren auf die Massenvermehrung von *Lophyrus sertifer* im Kärntner Beobachtungsgebiet die abiotischen Faktoren und geht dabei von der unausgesprochenen, aber immer wieder fühlbaren Voraussetzung aus, daß Vorkommen und Massenwechsel von *D. sertifer* in erster Linie abhängig sind von der Witterung. Wie Schönwiese selbst mitteilt, ist die rote Kiefernblattwespe über ganz verschiedene Klimagebiete verbreitet, wie beispielsweise Skandinavien, Rußland, Mitteleuropa, England, Spanien. Wenn *D. sertifer* schädlich aufgetreten ist in Jütland mit seinem Seeklima, in der preußischen Grenzmark oder in Rußland mit Kontinentalklima und im Riesengebirge²⁾ mit Hochgebirgsklima, so müssen hier doch andere Verhältnisse vorliegen wie etwa beim Kiefernspanner oder der Forleule oder — ganz besonders — beim Kiefernspinner, deren Schadgebiete klimatisch recht eng begrenzt sind.

Im einzelnen untersucht Schönwiese dann die Witterung der Jahre 1928 bis 1932 und kommt zu dem post hoc ergo propter hoc-Schluß, daß in den niedrigen Mainiederschlägen der Jahre 1929 bis 1931 der Anstoß für das Massenauftreten des Schädlings in den Jahren 1931

Epidemiologie ist die Lehre von den Epidemien, den Massenerkrankungen, z. B. eines Waldes, der von *Diprion* befallen ist. Siehe Schwerdtfeger in Verh. d. dtsh. Ges. f. ang. Ent. zu Erlangen 1933, S. 33 und Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen 1935, S. 461.

²⁾ Nehring und Röhrlig haben über Fraß von *Diprion sertifer* am Knieholz des Riesengebirges im Jahre 1893 berichtet. Damals lag das hauptsächliche Fraßgebiet zwischen Reifträger und Schneegrubenbaude. Ende August 1935 bemerkte ich auf dem Kamm des Riesengebirges vielfach Blattwespenlarven, die sich auf den Wegen in auffälliger Weise fortbewegten. Am Silberkamm, in etwa 1450 m Höhe, waren Latschen sehr stark befressen; nur die Maitriebnadeln waren noch vorhanden, während die älteren Nadeln fehlten. Die zahlreichen, in Gesellschaften fressenden Raupen erwiesen sich nach den Bestimmungstabellen von Judeich-Nitsche und Scheidter als letzte Fraßstadien von *Diprion sertifer* Geoffr. Die Verzögerung in der Entwicklung gegenüber der Ebene — in Waitze waren gleiche Stadien bereits im Juni vorhanden — dürfte durch das kühlere Klima des Gebirges bedingt sein.

und 1932 zu suchen sein dürfte. Zur Begründung wird eine Äußerung von Hartig angeführt, dem Raupenleben seien warme und trockene Frühjahre und Sommer vorzugsweise günstig; und dann sagt Schönwiese wörtlich: „Die jüngsten Larvenstadien (etwa 1. bis 3.) sind gegen Witterungseinflüsse besonders empfindlich. Dieser Entwicklungsabschnitt kann also als „kritisches Stadium“ und der entsprechende Zeitraum von etwa 1. bis 20. Mai als „kritischer Zeitraum“ inbezug auf Witterungseinflüsse auf die Larve bezeichnet werden.“ Diesen Sätzen fehlt jede auf Experimentaluntersuchung oder Freilandbeobachtung beruhende, stichhaltige Begründung; die Beobachtungen in Waitze 1935 haben ihre Unrichtigkeit erwiesen.

Schönwiese folgert dann weiter: „Für das ziemlich niederschlagsreiche Klima Südkärntens läßt sich sagen: Wenn der eiserne Bestand von *Lophyrus sertifer* hoch ist, dann können einige aufeinanderfolgende Jahre mit schönem Wetter im Mai und Juni leicht zu massenhaftem Auftreten des Schädlings führen.“ Abgesehen davon, daß ein ursächlicher Zusammenhang zwischen Witterung 1929/31 und Gradation 1931/32 nicht erwiesen ist, läßt sich aus einer einzigen Beobachtung eine so allgemeine Regel kaum ableiten.

Im Mai 1932 starben bei ungefähr normalen Witterungsverhältnissen in Beständen, die bereits im Vorjahr stark befallen gewesen waren, die Raupen massenhaft ab, während in neubefallenen Beständen das Absterben weniger ausgeprägt oder gar nicht beobachtet werden konnte; Schönwiese weist mit Recht auf die naheliegende Erklärung hin, daß für diese Erscheinung vielleicht das Wirken innerer Faktoren (herabgeminderter Widerstand gegen äußere Einflüsse bei großer Bevölkerungsdichte) verantwortlich zu machen sei. Er folgert dann aber aus dieser — einzigen — Beobachtung die Regel: „Wenn die Kalamität schon weit fortgeschritten ist, scheint unter den in Kärnten vorliegenden sonstigen Verhältnissen schon normales Wetter im Mai oder Juni ein Zusammenbrechen der Kalamität hervorzurufen, während normalerweise eine Übervermehrung, die erst das Vorbereitungsstadium hinter sich hat, davon nicht berührt zu werden scheint.“ In dieser Formulierung trägt die Witterung die Schuld für den Zusammenbruch der Gradation, während im Satz vorher auf das Wirken innerer Faktoren hingewiesen wurde. Das erste kann aber nicht aus dem zweiten geschlossen werden; denn haben, wie die Schilderung der Verhältnisse vermuten läßt, innere Faktoren die Retrogradation verursacht, so kommt der Witterung nur eine sekundäre, mehr passive Bedeutung zu; auschlaggebend war dann die Herabsetzung des physiologischen Widerstandes gegen Umweltseinflüsse.

Somit müssen die von Schönwiese aufgestellten (in ihrer Gültigkeit auf Südkärnten beschränkten) Regeln über die Ursachen des Massen-

wechsels von *Diprion sertifer* als nicht genügend begründet angesehen werden. Dies gilt namentlich für die Rolle, welche die Witterung während der Eizeit und in den jüngsten Larvenstadien spielen soll. Zum Teil sind die den Regeln zugrunde liegenden Voraussetzungen in Waitze 1935 als unrichtig erkannt worden.

7. Zusammenfassung.

Beobachtungen und Untersuchungen anlässlich eines Auftretens von *Diprion sertifer* Geoffr. in Waitze, das im Jahre 1935 Höhepunkt und Krisis erreichte, hatten folgende Ergebnisse:

1. Auf belegten Nadeln fanden sich 1 bis 14, am häufigsten 6 und 7 Eier je Nadel. In der Mehrzahl der Fälle waren beide Nadeln eines Kurztriebes belegt. Die Maitriebe waren mit 49 bis 231, im Mittel 118 Eiern je Trieb besetzt.
2. Die Mortalität der Eier war gering und betrug schätzungsweise weniger als 5%.
3. Das Wachstum der am 18.—22. April geschlüpften Raupen ging nach anfänglichem Zögern fast gradlinig vor sich.
4. Die Eiraupen nagen Scharten in die Nadeloberfläche, die mittleren Stadien verzehren die Nadel bis auf eine vielfach stehend bleibende Mittelrippe, die alten Raupen fressen die Nadeln restlos bis auf einen kurzen Stumpf. Diesjährige Maitriebe bleiben regelmäßig vom Fraß verschont.
5. Die Mortalität der Raupen war zunächst verhältnismäßig gering. Ende Mai setzte ein Massensterben ein, dem die Larven in kurzer Zeit zum Opfer fielen. Es ist vermutlich durch eine Bakteriose verursacht worden. Denkbar schlechte Witterung hat keinen nennenswerten Einfluß auf die Larven ausgeübt. Räuber und Parasiten haben keine große Rolle gespielt.
6. Von Schönwiese aufgestellte Regeln über das Zustandekommen von *Diprion*-Gradationen konnten zum Teil als nicht genügend begründet, zum Teil als unrichtig erkannt werden.

Literatur.

- Altum, B. Forstzoologie. III. Insekten. Berlin 1874.
 Eliescu, G. Beiträge zur Kenntnis der Morphologie, Anatomie und Biologie von *Lophyrus pini* L. Zeitschr. f. ang. Entomologie, 19, H. 1, 1932.
 Hartig, Th. Die Familien der Blattwespen und Holzwespen. Berlin 1837.
 Hellmann, G. Klima-Atlas von Deutschland. Berlin 1921.
 Judeich-Nitsche, Lehrbuch der mitteleuropäischen Forstinsektenkunde. Bd. 1. Wien 1895.
 Nehring, A. Raupenfraß am Knieholz des Riesengebirges. Forstwissenschaftl. Centralbl. 1894.

- Puttendorfer, H. Vergleichende Wasserhaushaltsuntersuchungen an verschiedenen Rassen von *Pinus silvestris*. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 1936, S. 113—145.
- Ratzeburg, G. T. C. Die Forstinsekten. 3. Bd. Berlin 1844.
- Rörig, G. Lophyrenfraß am Knieholze des Riesengebirges im Jahr 1893. Forstwissensch. Centralbl. 1895.
- Scheidter, F. Forstentomologische Beiträge. 28. Bestimmungstabelle für die Raupen der Gattung *Lophyrus* (*Diprion*). Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz 1934.
- Scheidter, F. Forstentomologische Beiträge. 8. Über die Art der Eiablage der gesellig lebenden Buschhornblattwespen. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz 1926.
- Schönwiese, F. Beobachtungen und Versuche anlässlich einer Übervermehrung von *Lophyrus sertifer* Geoffr. (*rufus* Panz.) in Südkärnten in den Jahren 1931/32. Zeitschr. f. angew. Entomologie, 21, H. 3, 1934.
- Schönwiese, F. Die *Lophyrus*-Kalamität 1931/32 in Kärnten. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen 61, H. 2/3. 1935.
- Schwerdtfeger, F. Untersuchungen über die Mortalität der Forleule (*Panolis flammea* Schiff.) im Krisenjahr einer Epidemie. Hannover 1935.
- Shiporovitsh, V. J. Die Verbreitung der die Kiefer im Pargolowo-Versuchsrevier schädigenden Tenthrediniden und die Faktoren, welche ihre Vermehrungsenergie reduzieren. Mitt. d. Leningr. Forstinstituts, 34, S. 103—118, Russisch mit deutscher Zusammenfassung.
- Shiporovitsh, V. J. A Sawfly injurious to Pine and its Control. Protect. Plants Ukranie, 1925, 41—46. Russisch. Nach dem Referat in Rev. of appl. Ent. 16, 1926, S. 209.

Beiträge zur Kenntnis parasitärer und saprophytischer Pilze.

III. Fusarium und Cylindrocarpon und ihre Beziehung zur Fruchtfäule.¹⁾

Von H. W. Wollenweber und H. Hochapfel.

Die Formgattungen *Fusarium* (Link) und *Cylindrocarpon* Wr. aus der Familie *Tuberculariaceae* der *Hyphomycetes* zählen zwar heute noch zu den sogenannten „fungi imperfecti“, schließen aber zahlreiche Arten ein, deren Schlauchform schon bekannt ist. Später werden sie einmal ganz in die Gattungen entsprechender Ascomyceten, wie *Nectria*, *Calonectria*, *Gibberella*, *Neonectria* und *Hypomyces* aufgehen. Solange dieses Ziel nicht erreicht ist, müssen wir *Fusarium* und *Cylindrocarpon* als Formgattungen noch beibehalten, zumal viele Arten ohne bekannte Schlauchform Schaden anrichten und daher Berücksichtigung verdienen.

A. Osterwalder (1904), Ch. E. Lewis (1913), Kidd und Beaumont (1924) und andere Verfasser haben sich eingehend mit Obst-Fusariosen befaßt. C. Ferdinandsen (1922) und H. Richter (1928)

¹⁾ Siehe auch Wollenweber und Hochapfel: Beiträge zur Kenntnis parasitärer und saprophytischer Pilze II: *Monochaetia* und *Pestalotia*. Diese Zeitschrift Bd. 46, S. 401—411, 1936.

haben krebszerregende und andere Nectriaceen, deren Konidienstufen in der Formgattung *Cylindrocarpon* zusammengefaßt werden, als Ursache von Obstfäule nachgewiesen.

Im Verlaufe der mykologischen Durcharbeitung der genannten Gattungen stellte sich die Tatsache heraus, daß durchaus nicht alle Obstfäule erregenden Arten an die Wirtspflanzen, deren Früchten sie schaden, besonders angepaßt sind. So geht der Pilz *Fusarium avenaceum*, der ursprünglich von Getreide beschrieben und von über 150 Pflanzengattungen unter mindestens 70 verschiedenen Namen aufgeführt wurde, gelegentlich auf Äpfel über (*F. putrefaciens* Ostrw.). Auch das als Tomatenfäuleerreger öfter noch unter dem Namen *F. erubescens* genannte *Fusarium scirpi* v. *acuminatum* ist heute schon von 40 Wirtspflanzen bekannt.

Die nachfolgend aufgeführten Fruchtschädiger stellen gewissermaßen nur Beispiele der bei Obstfäule beteiligten Arten dar. Sie mögen zu weiteren Untersuchungen und Vergleichsforschungen anregen, um die Lebensweise und Verbreitung einiger Vertreter dieser Pilzflora aufzuklären und dadurch eine möglichst feste Grundlage für die Abwehr der Schadpilze zu schaffen.

Von einer Darlegung der systematischen Verhältnisse ist unter Hinweis auf die vorhandenen Veröffentlichungen über die hier in Betracht kommenden Pilze der beiden Gattungen Abstand genommen worden.

a) Pilze der Gattung *Fusarium* (Link) und ihre Beziehung zur Fruchtfäule.

Die neun unten aufgeführten Fusarien sind aus Faulstellen von Apfel, Tomate, Banane, Kürbis und Gurke isoliert, darunter *Fusarium equiseti* dreimal von Tomaten, *F. avenaceum* sowie deren „forma 1“ je zweimal von Äpfeln, und die übrigen Pilze je einmal. In den mit ihnen angestellten Infektionsversuchen zeigten sie teilweise beträchtliche Unterschiede in ihrer Angriffskraft gegen die geprüften Obstarten. Als Versuchsfrüchte dienten Äpfel („Ananas-Renette und Roter Eiser“), Birnen („Marie Louise“), Tomaten („Tuckswood“) und Pflaumen. Das Obst wurde sorgfältig mit Alkohol gesäubert, durch Einführung fruchtenden Myzels aus Reinzuchten der Pilze in Schnittwunden infiziert (z. T. durch Abschluß der Wunden mit Wachs gegen ein Eindringen von Fremdpilzen gesichert) und teils frei, teils mit Gläsern bedeckt, bei Zimmerwärme aufbewahrt. In den ersten Tagen entstanden bei positivem Verlauf der Infektion hier und da winzige Faulflecken. In der zweiten Woche waren deutliche Fortschritte und Unterschiede zu erkennen. In der sechsten Woche umfaßte die Fäule bisweilen schon die halbe Frucht oder griff bereits darüber hinaus. Der

Fäulniserfolg ist nach vierzehn Tagen, bei Äpfeln der weitere Verlauf noch nach 28 und 42 Tagen unter Angabe des Durchmessers der Faulstelle in Zentimetern anschließend aufgezeichnet.

Fruchtfäuleversuche mit Pilzen der Gattung *Fusarium*.

Fusarium=Name (und Herkunft)	Größe der Faulstellen-Durchmesser bei									
	Äpfeln (Ananas)			Äpfeln (Roter Eiser)			Birnen (Louise)	Toma- ten (Tucks- wood)	Pflau- men	
	nach 14	28	42	14	28	42	14	14	14 Tag.	
<i>Fusarium avenaceum</i> forma 1 (Apfel) . .	1	3½	5	½	4	halb- faul	2½	2 cm	0 cm	
<i>avenaceum</i> (Apfel) . .	½	3½	5½	½	2½	5½	4½	3 cm	0 cm	
<i>scirpi v. acuminatum</i> (Apfel)	2½	6	über halb- faul	½	4½	halb- faul	3	2½ cm	0 cm	
<i>oxysporum v. auranti-</i> <i>acum</i> (Apfel) . . .	½	2½	5	0	0	0	3½	2 cm	0 cm	
<i>orthoceras v. longius</i> (Kürbis)	0	0	0	1	4	halb- faul	3	2 cm	0 cm	
<i>bulbigenum</i> (Gurke) .	0	0	0	0	2½	4	2½	2 cm	0 cm	
<i>equiseti</i> (Tomate) . .	0	0	0	0	0	0	0	2 cm	0 cm	
<i>moniliforme v. minus</i> (Tomate)	2½	4	über halb- faul	1	3	4	0	2½ cm	0 cm	
<i>semitectum</i> (Banane) .	0	0	0	0	0	0	0	2 cm	0 cm	

Der Befund, daß *Fusarium equiseti* und *F. semitectum* nur Tomate angreifen, *F. moniliforme v. minus* Birne verschont und alle Versuchspilze Pflaume unangetastet lassen, ist durch Unterschiede im Säuregrad nicht zu erklären, denn die Prüfung der Wasserstoff-Ionenkonzentration des Fruchtsaftes von Vergleichsproben bei Beginn des Versuches und nach 21 (bei Äpfeln 42) Tagen ergab folgende pH-Zahlenwerte: für Pflaume 3,8 und 3,9; für Apfel (Ananas) 3,39 und 4,04; für Apfel (Roter Eiser) 3,37 und 3,99; für Birne (Louise) 4,3 und 4,4; für Tomate (Tuckswood) 4,3 und 4,35. Man könnte also eher auf das Vorhandensein pilzwidriger Stoffe im Fruchtsaft von Pflaume schließen als auf die Wirkung einer zu starken Fruchtsäure.

Einige unserer von Früchten isolierten Versuchspilze haben als Erreger von Obstfäule erhebliche praktische Bedeutung in Vorratslagern, doch sind sie weder vorwiegend Obstbaumpilze noch ausschließlich

Fruchtfäuleerreger, sondern kommen auch auf Nicht-Pomaceen vor und sind als ausgesprochene Ubiquisten zu bezeichnen (*F. avenaceum*). Andere sind ebenfalls häufig, aber noch wenig von Früchten bekannt (*F. equiseti*, *F. scirpi* v. *acuminatum*). Wieder andere sind bei uns bisher ziemlich selten beobachtet (*F. moniliforme* v. *minus*, *F. orthoceras* v. *longius*) und mögen infolge ihrer thermophilen Lebensweise tropische bis subtropische Pflanzen bevorzugen (*F. semitectum*). Über Vorkommen und Lebensweise der Versuchspilze liegen folgende Erfahrungen vor:

Fusarium avenaceum (Fr.) Sacc., aus der Kernhausfäule eines Apfels („Schöner von Boskoop“) isoliert, ist außer von Kernobst, Steinobst, Beerenobst einschließlich Südfrüchten (*Citrus*) von mehr als 150 Pflanzengattungen bekannt, von Hack- und Halmfrüchten, Hülsenfrüchten, kürbisartigen Gewächsen, Zwiebelpflanzen, vielen anderen Nutz- und Zierpflanzen, auch von Unkräutern, Moosen, Pilzen, Insekten, Mist, Erde usw. Allerdings ging diese Tatsache aus dem Schrifttum nicht klar hervor, solange der Pilz unter zahlreichen, oft nach der Wirtspflanze und Herkunft gewählten Namen aufgeführt wurde, wie unter *Fusarium pirinum* (Apfel, Birne), *F. putrefaciens* (Herzfäule des Apfels), *F. herbarum* (von Kräutern), *F. paspali* (*Paspalum*), *F. sorghi* (*Sorghum*), *F. ziae* (*Zea*) usw. Alle diese Formen stellen die als *F. avenaceum* bekannte Art dar. Der Pilz ist im allgemeinen Vorräten gefährlicher als der wachsenden Pflanze. Er bewirkt Fruchtfäule an Apfel, Birne, Quitte, *Citrus*-Arten, Pfirsich, Walnuß, Tomate, Gurke, Kürbis, Melone u. a., Lagerfäule bei Kartoffel, Möhre (*Daucus*), Zwiebel und Getreide (Weizenschorf, Rotschimmel der Gerste und des Hafers, auch Haferflockenverfärbungen). Fußkrankheiten und Sämlingsbefall bei Getreide, Erbse und Koniferensämlingen, Stengel- und Triebfäule bei Treibnelken (*Dianthus*) und Dickblatt (*Crassula*), Steckholzbefall bei Rebe (*Vitis*) und Blattflecken bei Tulpen.

Fusarium avenaceum (Fr.) Sacc. forma 1 Wr. et Rg. (Wollenweber und Reinking, Die Fusarien, S. 55, 1935), von einem faulen Apfel isoliert, kommt auf Gramineen und Obst vor. Es ist eine ziemlich seltene Form mit blasserem Myzel (ohne Karminrot) und verhält sich als Obstfäuleerreger wie die Grundart.

Fusarium scirpi Lamb. et Fautr. v. *acuminatum* (Ell. et Ev.) Wr., von einem kernhausaufen Apfel isoliert, erzeugt Apfel-, Birnen-, Quitten- und Tomaten-Fruchtfäule. Auf Gräsern, Getreide und anderen Feldfrüchten, auf Zierpflanzen, Obstbäumen und Waldgehölzen ist der Pilz ebenfalls bekannt. Er erregt Lagerfäule bei Bataten, Kapselbefall bei Baumwolle, Fußkrankheiten bei Getreide, Erbse und Nelke, sowie gelegentlich Sämlingsbefall bei Koniferen und Lein. Als Fäulniserreger bei Tomaten ist dieser Pilz in manchen Jahren häufig. Er ist als *F. erubescens* App. et v. Ov. (1905) ausführlich beschrieben. Der Name „*erubescens*

cens" mußte fallen gelassen werden, da schon 1856 ein Blattparasit auf *Rhamnus* aus Algier als *F. erubescens* Dur. et Mont. und 1875 ein Bewohner toter Baumrinde aus Alabama als *F. erubescens* Berk. et Curt. aufgestellt wurden. Allerdings ist der *Rhamnus*-Pilz als *Cercospora bacilligera* (Berk. et Brme.) Wr. erkannt (siehe Wr., *Fusaria delin.* 450), während der Rindenpilz wahrscheinlich *Tuberularia minor* Lk. ist. Von Oven erhielt mit seinem Tomaten-*Fusarium* nur Tomatenfäule, dagegen keine Apfelfäule auf den drei geprüften Sorten („Danziger Kantapfel, Oberrieder Glanzrenette“ und „Gelber Bellefleur“), während unsere Isolierung von Apfel die Versuchsfrüchte „Ananas-Apfel und Roter Eiserapfel“, Birne („Gute Louise“), Tomate („Tuckswood“) in Fäulnis überführte und nur Pflaume verschonte. Um das Verhalten anderer Stämme zu vergleichen, wurde eine frische Isolierung des *F. scirpi* v. *acuminatum* aus dem Faulfleckchen einer unreifen Tomate auf Apfel und Tomate übertragen. Der Versuch verlief positiv. Andererseits griffen Isolierungen des *F. scirpi* v. *acuminatum* von *Buxus* und *Zea* (Maisbrand) wohl Tomate, Birne und Quitte, aber nicht Apfel („Baumanns- und Landsberger-Renetten“) an. Die einzelnen Pilzherkünfte verhalten sich also etwas verschieden. Beiläufig erwähnt, griff die Grundart *F. scirpi* von Tomate wohl auf „Baumanns Renette“, aber nicht auf „Landsberger Renette“ und Quitte über.

Fusarium equiseti (Cda.) Sacc. ist als Fruchtfäuleerreger an Tomate ebenso wie der vorgenannte Pilz ziemlich verbreitet, verschont dagegen Apfel, Birne und wie die übrigen Pilze unserer Versuche, Pflaume. Aus dem Schrifttum wird gelegentlich eine geringe Beteiligung von *F. equiseti* bei Fußkrankheiten des Getreides und einiger anderer Pflanzen erwähnt.

Fusarium moniliforme Sh. v. *minus* Wr., von Tomatenfäule isoliert, kommt auch auf faulenden Bananen vor und vermag Apfel und Tomate, nicht aber Birne in Fäulnis zu überführen. Übrigens greift auch die Grundart, z. B. eine Isolierung des Pilzes *F. moniliforme* von Feige (*Ficus carica*), der eine schnelle Fäule grüner Feigen verursacht, gewisse Apfelsorten sowie Quittenfrüchte an. *F. moniliforme* v. *minus* steht *F. lactis* Pir. et Rib. nahe, einem auf Apfel, Birne, Feige¹) und Milcherzeugnissen nachgewiesenen *Fusarium*, dessen Isolierungen von Apfel und Feige reife Äpfel und grüne Feigen von Wunden aus faul machten und teilweise auch Quitten verdarben.

Fusarium oxysporum Schl. v. *aurantiacum* (Lk.) Wr., aus der Kernhausfäule eines Apfels isoliert, ging in den Versuchen wohl auf „Ananas“-

¹⁾ Unter sechs von herzfaulen unreifen Feigen isolierten Fusarien, die Dr. William C. Snyder aus Berkeley, Kalifornien zu Vergleichszwecken übersandte, erwiesen sich vier als *F. lactis*, eine als *F. moniliforme* und eine als *F. lateritium* Nees.

Renette, aber nicht auf „Roter Eiser“-Apfel über und griff außerdem Birne und Tomate an. Nach Nisikado (Z. f. Parasitkde. 4: 301—330, 1932) erwies sich eine Herkunft desselben Pilzes von einem kranken Rübenschämling (*Beta vulgaris*) ebenfalls als stark pathogen auf Äpfeln der Sorte „Ananas“-Renette, während „Harberts“-Renetten und „Jonathan“-Äpfel viel langsamer zum Faulen gebracht wurden; Bananen littten auch stark. Apfelsinen etwas weniger, und Zitronen am wenigsten. Bezuglich der Schadwirkung des *F. oxysporum* v. *aurantiacum* ist noch zu bemerken, daß der Pilz als Erreger einer Alpenveilchen (*Cyclamen*-) Welke (Wollenweber, Nachrichtenbl. f. d. D. Pflanzenschutzdienst 15, Nr. 4, 1935) nachgewiesen wurde. Ferner ist er bei der Umfallkrankheit der Koniferensämlinge beteiligt und erzeugt eine schwache Kartoffelknollenfäule.

Fusarium orthoceras App. et Wr. v. *longius* (Sh.) Wr., von Kürbis isoliert, ist übrigens auch von Kartoffel, Rübe, Roggen und Weizen, ferner von Birne bekannt. Diese Herkunft von Kürbis vermag, wie die Versuche zeigen, ebenfalls nur auf eine der Apfelsorten („Roter Eiser“), sowie auf Birne und Tomate überzugehen, ohne sonst auf Obst oder anderen Pflanzen bis jetzt als besonderer Schadpilz hervorgetreten zu sein.

Fusarium bulbigenum Cke. et Mass., von Gurke isoliert, greift in gleicher Weise nur die Sorte „Roter Eiser“, außerdem Birne und Tomate an. Seine Rolle bei der Fußkrankheit der Gurke ist ungeklärt. Auf Liliifloren ist *F. bulbigenum* am meisten bekannt und als Erreger von Narzissenfäule besonders lästig.

Fusarium semitectum Berk. et Rav. von Banane isoliert, ist außer auf *Musa* noch auf verschiedenen anderen Pflanzengattungen (*Hevea*, *Passiflora*, *Ricinus* usw.) beobachtet und in wärmeren Ländern heimisch. Als Fäuleerreger spielt der Pilz weder bei Bananen, deren Schale er zusammen mit *Gloeosporium* häufig besiedelt, ohne jedoch ins Innere der Frucht einzudringen, noch bei den Kernobstarten unserer Versuche eine Rolle. Reife Tomaten vermag er indessen anzugreifen.

b) Pilze der Gattung *Cylindrocarpon* Wr.¹⁾ und ihre Beziehung zur Fruchtfäule.

Die typischen Konidien sind bei *Cylindrocarpon* zylindrisch-keulig, bei Fusarien, zu denen sie früher gerechnet wurden, dagegen spindelig-sichelförmig. Nach dem Vorhandensein oder Fehlen von Chlamydosporen zerfällt *Cylindrocarpon* in zwei Gruppen: *Ditissima* und *Chlamydospora*.

¹⁾ Wollenweber in Zeitschr. f. Parasitkde. 1: 138—173, 1928; 3: 494—495, 1931; Phytopathology 3: 219—228, 1913 und Annal. mycol. 15: 52 und 56, 1917.

Zu *Ditissima* (ohne Chlamydosporen) zählen Arten wie *C. mali*, *C. Willkommii*, *C. candidum*, *C. janthothele* und *C. album*; es sind meist Nebenfruchtformen von Nektrien, Erregern von *Nectria*-Krebs an Obst-, Wald- und Ziergehölzen und von anderen Krankheitsformen, wie Rindenfäule, Spitzendürre und Fruchtfäule. Zu *Chlamydospora* (mit Chlamydosporen) gehören die Arten *C. Ehrenbergi*, *C. Magnusianum*, *C. radicicola*, *C. olidum* und *C. curvatum*; als Schlauchform der beiden ersten sind Arten der Gattung *Neonectria* erkannt; einige greifen Wurzeln lebender Pflanzen, Zwiebeln und Obst an. Über *Nectria*-Krebs liegen ausgedehnte ältere und neuere Untersuchungen vor. Unter letzteren seien die von H. Richter genannt¹⁾. Sie behandeln die wichtigsten holzbewohnenden Nektrien aus der Gruppe der Krebserreger und weisen unter ihnen gleichzeitig Arten nach, die auch Fruchtfäule an Äpfeln verursachen, worauf zuerst Ferdinandsen²⁾ durch seine Versuche mit *Nectria galligena* (*Cylindrocarpon mali*) an Kernobst aufmerksam gemacht hat. Setzen wir vergleichsweise die Namen der den geprüften Nektrien entsprechenden Konidienformen jeder Art oder Abart ein, so lernen wir aus Richters Versuchsergebnissen, daß *Nectria galligena* (*C. mali*) von Apfel und *Sorbus* sowie *N. ditissima* (*C. Willkommii*) von Buche die geprüften Apfelsorten am schnellsten zum Faulen brachten. Ähnlich verhielt sich *N. coccinea* v. *longiconia* (*C. candidum* v. *majus*) von *Acer*. Viel langsamer griffen *N. ditissima* v. *major* (*C. Willkommii* v. *pluriseptatum*) von *Alnus* und *N. coccinea* (*C. candidum*) von Buche dasselbe Obst an, noch schwächer *N. galligena* v. *major* (*C. mali* v. *flavum*) von Esche und gar nicht *N. punicea* (*C. album* v. *major*) von *Rhamnus*.

Nach diesen Erfahrungen waren ähnliche Ergebnisse für die meisten aus Faulobst isolierten, den Nebenfruchtformen obiger *Nectriaceen* entsprechenden Konidienpilze der Gattung *Cylindrocarpon* zu erwarten.

Zur Prüfung dieser Frage standen sieben verschiedene Pilze zur Verfügung, die meist aus faulenden Äpfeln isoliert waren, während die übrigen von Birne, Johannisbeere (*Ribes rubrum*) und Tomate stammten und zwar gewöhnlich aus Faulstellen reifer Früchte, von Marktware und Lagergut. Als Versuchsstoff für die Infektionen mit *Cylindrocarpon heteronemum* dienten Äpfel der Sorten „Baumanns- und Landsberger“ Renette, für die mit den übrigen Pilzen, wie bei den vorigen Versuchen mit Fusarien „Ananas“-Renette und „Roter Eiser“-Apfel, ferner Birnen Tomaten und Pflaumen. Die Ergebnisse folgen:

¹⁾ Richter, H. in Zeitschr. f. Parasitkde. 1 : 24—75, 1928.

²⁾ Ferdinandsen in Ang. Botanik 4: 173—184, 1922.

**Fruchtfäuleversuche mit Pilzen der Gattung
Cylindrocarpon.**

Cylindrocarpon- Name (mit Herkunft)	Größe der Faulstellen-Durchmesser bei									
	Äpfeln			Äpfeln			Bir-	To-	Pflau-	
	nach 14	28	42	14	28	42	n- nen	maten	m- men	
<i>Cylindrocarpon heteronemum</i> (Apfel)	2,5	halb faul	ganz faul	2,5	halb faul	ganz faul		2,0	0 cm	
<i>C. mali</i> (Apfel) . . .	1,0	3,0	6,0	1,5	2,5	4,0	1,5	2,0	0 cm	
<i>C. mali</i> (Birne) . . .	2,0	4,0	7,0	2,5	6,0	halb faul	2,0	2,0	0 cm	
<i>C. mali</i> v. <i>flavum</i> (Apfel)	2,0	4,0	5,0	1,5	4,0	5,5				
<i>C. album</i> (Apfel) . .	1,5	4,0	über	1,5	6,0	halb faul	2,5	3,0	0 cm	
<i>C. candidum</i> v. <i>majus</i> (Johannisbeere) . .	1,0	4,0	6,0	1,5	3,0	5,5	2,0	3,0	0 cm	
<i>C. curvatum</i> (Apfel) .	2,0	4,0	7,0	2,0	5,0	7,0	2,0	2,5	0 cm	
<i>C. radicicola</i> v. <i>violaceum</i> (Tomate)	1,0	3,0	6,0	1,5	2,5	4,0	1,5	3,0	0 cm	

Im einzelnen ist über die Versuche und die Pilze noch folgendes zu sagen:

Cylindrocarpon heteronemum (Berk. et Brme.) Wr., das frühere *Fusarium heteronemum* Berk. et Broome, bisher nur von faulendem Kernobst, Apfel und Birne, bekannt, fand sich hier in einer kleinen Faulstelle am Kelch einer „Harberts“-Renette. Die stäbchenförmigen Konidien dieses kleinsporigen Pilzes sind ein- bis zweizellig, messen einzellig $10 \times 2,9$, meist $8,5-11 \times 2,7-3,3$ ($7-14 \times 2-4$),¹⁾ zweizellig $15 \times 3,1$, meist $14-16 \times 2,7-3,5$ ($11-20 \times 2,5-4$) und werden im hellen bis gelblichen Luftmyzel zerstreut oder in falschen Köpfchen entwickelt. Der Pilz greift Apfel, Birne und Tomate, aber nicht Pflaume an.

Cylindrocarpon mali (All.) Wr., syn. *Fusarium mali* Allescher²⁾ wurde mehrfach von Birnen und Äpfeln („Orleans“-Renette, „Harberts“-Renette, „Roter Eiser“-Apfel), gewöhnlich aus Faulstellen um *Fusicladium*-Flecken herum, manchmal auch vom faulenden Kelchende oder aus dem Kernhause anscheinend gesunder Früchte isoliert. Die zylindrisch-keuligen, in hellen, sahnefarbenen Schleimen, Pulvern oder Häufchen abgelagerten Konidien messen normal 5-septiert im Mittel $57 \times 5,4$ und meist $50-60 \times 4,7-5,7$. In der Natur ist der Pilz außer auf Apfel

¹⁾ Die Sporengrößen sind in „micron“ angegeben.

(*Pirus malus*) und Birne (*Pirus communis*) noch auf Vogelbeere (*Sorbus*), Felsenmispel (*Amelanchier*), Linde (*Tilia*), Esche (*Fraxinus*), Pappel (*Populus*) und Weide (*Salix*) nachgewiesen. Auf den meisten dieser Wirtspflanzen entwickelt er auch seine Schlauchform (*Nectria galligena* Bres.). Am schädlichsten ist er als Erreger des *Nectria*-Krebses der Obstbäume. Die bisher geprüften Herkünfte des Pilzes von faulendem Kernobst oder Infektionen des Kerngehäuses erzeugen eine ebenso umfassende Fäule auf Früchten dieser Obstarten wie die Schlauchform und gehen auch auf Tomaten über, während sie Pflaumen verschonen.

Cylindrocarpon mali (All.) v. *flavum* Wr., dessen Schlauchform *Nectria galligena* Bres. v. *major* Wr. auf Esche, Pappel und Weide vorkommt, ist als Konidienfrucht vereinzelt auch einmal auf Faulobst anzutreffen. Da das Stroma des Pilzes sich auf Reisbreinährboden goldgelb bis orangerot-rotbraun, also tiefer färbt als bei der Grundart (hellzitronen- bis goldgelb), lassen sich die Konidienformen, die morphologisch im Durchmesser der Konidien nur wenig voneinander abweichen, doch auch ohne die Schlauchformen einigermaßen sicher bestimmen. Die Kernobstherkunft griff Kernobst aber ebenso stark an wie die Grundart, während nach Richter der Eschenpilz (*Nectria galligena* v. *major*) viel langsamer im Fäulnisversuch auf Äpfeln fortschritt als *N. galligena* von Apfel. Wie sich andere Herkünfte verhalten, bleibt zu ermitteln.

Cylindrocarpon album (Sacc.) Wr., syn. *Fusarium album* Sacc., von Pappel, Ulme und Roßkastanie (*Aesculus Hippocastanum*) bekannt, ist an Äpfeln ein ebenso seltener Gast wie der vorige Pilz. Die wurstförmigen, gekrümmten Konidien sind typisch 3—5-septiert, messen 3-sept. $49 \times 5,6 \mu$, 5-sept. $58 \times 6 \mu$ und sind stärker gekrümmmt, aber weniger septiert als die von *C. mali*. Der Infektionsversuch verlief positiv bei Apfel, Birne, Tomate, aber negativ bei Pflaume. Im Gegensatz zu *C. album* greift *C. album* (Sacc.) v. *majus* Wr. (*Nectria punicea*) von *Rhamnus*, wie Richter nachwies, Apfel überhaupt nicht an.

Cylindrocarpon candidum (Lk.) v. *majus* Wr. unterscheidet sich von der auf Buche verbreiteten Grundart *C. candidum* (Lk.) Wr. [= *Nectria coccinea* (Pers.) Fr.] durch größere, mehr-septierte und stärker gekrümmte Konidien. Sie sind 5—7-septiert und messen 5-sept. $64 \times 5,8$; 7-sept. $84 \times 5,8$. Der Pilz ist von Ahorn, Kastanie (*Castanea*), Walnuß (*Juglans*), Buche, Eiche und Esche bekannt und in der Natur häufig auch in seiner Schlauchform, *Nectria coccinea* (Pers.) Fr. v. *longiconia* Wr., beobachtet. Die zu den vorliegenden Infektionen verwendete Isolierung von faulender Johannisbeere (*Ribes rubrum*) ist vorläufig als Einzelvorkommen zu werten. Die Schlauchform ließ sich nicht erzielen, obgleich dies mit Herkünften des Pilzes von Askosporen aus häufig gelingt. Der *Ribes*-Pilz hatte meist 5-septierte $67 \times 5,7$, aber

auch 7-septierte $86 \times 5,9$ und einzelne 9-septierte $96 \times 6,2$ messende Konidien; er erzeugte eine starke Fäule auf Äpfeln der Sorten „Ananas, Landsberger- und Baumanns“-Renette, „Roter Eiser“-Apfel, auf Birne, Tomate und Quitte. Dieser Befund steht im Einklang mit Richters Angaben, nach denen die *Acer-Nectria coccinea* v. *longiconia* Äpfel der Sorten „Ananas-, Harberts-, Landsberger- und Große Kasseler“-Renette, auch „Winter-Goldparmäne“ schnell und umfassend anzugreifen vermochte; während Äpfel der Sorte „Gelber Bellefleur“ weniger littten und solche der Sorte „Königlicher Kurzstiel“ völlig verschont wurden.

Während die vorgenannten *Cylindrocarpon*-Pilze der Gruppe *Ditissima* angehören, zählen die beiden nächsten Vertreter zur Gruppe *Chlamydospora*:

Cylindrocarpon curvatum Hpfl. fand sich im Faulfleisch eines Apfels der Sorte „Ananas“-Renette. Nach der in der Zeitschr. f. Parasitenkunde 3: 495, 1931 gegebenen Beschreibung sind die typischen Konidien wurstförmig gekrümmt, beidendig abgerundet bis abgestumpft, gewöhnlich 3-septiert $44 \times 6,1$, meist $41-49 \times 6-6,3$ ($31-50 \times 5-7,2$) groß, die Chlamydosporen kugelig, einzellig $9,5$ ($9-12$) oder ellipsoidisch, zweizellig 18×10 ($17-23 \times 7-12$) groß, glatt oder rauh. Der Pilz verhält sich als Fruchtfäuleerreger wie die vorigen. Ein aus Erde in Mittelamerika von O. A. Reinking isolierter Vertreter von *C. curvatum* mit 3-sept. $43 \times 6,5$ und bis 20 % 4—5-septierten (5-sept. $50 \times 6,8$) Konidien griff z. B. „Baumanns“ Renette ebenfalls an.

Cylindrocarpon radicicla Wr. v. *violaceum* Hpfl. (Z. f. Parasitkde. 3: 494, 1931) ist bisher von faulenden Kartoffeln und Runkelrüben (*Beta vulgaris*), Sojabohnensämlingen (*Glycine hispida*) und absterbenden Raupen der Kiefern-Buschhornblattwespe (*Lophyrus pini*) nachgewiesen. Die hier verwendete Isolierung stammt von einer faulenden reifen Tomate. Sie hatte außer den bei allen diesen Pilzen häufigen kleinen ein- bis zweizelligen Konidien einen schwankenden Prozentsatz 2—3- und vereinzelt 4—5-septierter walzenförmiger gerader bis schwach gekrümmter Konidien: 3-sept. $28 \times 5,5$, meist $23-35 \times 5-6,5$ (17 bis $40 \times 4-7$); 4—5-sept. $38 \times 5,6$ ($33-58 \times 4,5-7$). Die im Myzel und an alten Konidien entstehenden kugeligen $7,5$ ($6-10$) dicken Chlamydosporen traten einzeln, in Ketten oder Knäueln auf. Das Stroma färbte sich auf gewissen Substraten blau, grün, violett und rosig. Dieser Tomatenpilz brachte außer Tomate noch Apfel und Birne, aber nicht Pflaume zum Faulen. Die Konidien des Pilzes sind etwas kleiner als die der Grundart, welche 3-sept. $34 \times 6,4$ und 4—5-sept. $52 \times 6,6$ (die mehr als 3-sept. Konidien sind außerordentlich selten) messen.

Die höhere Fruchtform ist bei keinem der Pilze im Verlauf dieser Versuche aufgetreten.

Z u s a m m e n f a s s u n g d e r E r g e b n i s s e.

Von faulenden Früchten und zwar von Apfel, Birne, auch von Tomate, Gurke, Kürbis und Banane sind 16 Pilze aus den Gattungen *Fusarium* und *Cylindrocarpon* isoliert und wie folgt bestimmt worden:

Fusarium avenaceum (mit forma 1), *F. scirpi* v. *acuminatum*, *F. oxysporum* v. *aurantiacum*, *F. orthoceras* v. *longius*, *F. bulbigenum*, *F. equiseti*, *F. moniliforme* v. *minus*, *F. semitectum*, *Cylindrocarpon heteronemum*, *C. malii*, *C. malii* v. *flavum*, *C. album*, *C. candidum* v. *majus*, *C. curvatum* und *C. radicicola* v. *violaceum*.

In Infektionsversuchen, die bei Zimmerwärme durchgeführt wurden, zeigten die geprüften Pilze, vor allem die Fusarien, deutliche Unterschiede in ihrer Angriffskraft gegenüber den benutzten Obstsorten bzw. -Arten (Apfel, Birne, Pflaume, Tomate).

Pflaume konnte von keinem der Pilze aus den beiden Gattungen zum Faulen gebracht werden. Dagegen wurden Apfel, Birne und Tomate von den *Cylindrocarpon*-Arten ausnahmslos angegriffen. Die Fusarien-Pilze vermochten nur bei Tomate in jedem Falle eine Fäule hervorzurufen, beim Kernobst versagten sie zum Teil: *F. moniliforme* v. *minus* bei Birne, *F. orthoceras* v. *longius* bei „Ananas“-Renette, *F. oxysporum* v. *aurantiacum* beim „Roten Eiser“, *F. equiseti* und *semitectum* bei beiden genannten Apfelsorten und bei Birne. Ferner ging *F. scirpi* v. *acuminatum* von Apfel und Tomate auf Apfel über, nicht jedoch Herkünfte von *Buxus* und *Zeae*.

Der Fäulnisverlauf war bei fast allen Pilzen an Apfel langsamer als an Birne und Tomate. Die Fusarien verursachten bei Birne, die *Cylindrocarpon*-Arten bei Tomate eine schnellere Fäule.

Naturereignisse zum Schaden der Kultur.

Von Prof. von Tubeuf.

Mit 6 Abbildungen.

Das Walten der Natur ist so mannigfaltig, daß uns jeder Einzelfall wieder überrascht, wenn man auch schon vielerlei erlebt hat.

Jedes in der Presse registrierte oder auch geschilderte Unglück für den Menschen und seine Werke der Baukunst ist wieder anders wie früher Erlebtes. Die Schäden in der Industrie, der Forstwirtschaft, der Landwirtschaft, im Verkehr etc. sind immer überraschend, neu, eigenartig.

Die Tagespresse und die vielen illustrierten Wochen- und Monatszeitschriften bringen nur das Aktuelle.

Wohl gibt es für die Hüter des Waldes besondere Lehrbücher des Forstschutzes und so auch für die Landwirtschaft, die Straßenbauer, Wasserfachmänner etc. mit Illustrationen, Vorlesungen für Studierende mit Projektionsbildern und manches andere, aber keine Jahrbücher mit detaillierten Schilderungen für die verschiedenen Sparten und Ereignisse (Blitz, Sturm, Hagel etc.). Die Darstellung gliedert sich in Bild und Wort. Die bildliche Darstellung bedient sich der Photographie (selten der sehr kostspieligen Farbenphotographie). Die Ver-

fahren der gewöhnlichen Photographie sind sehr mannigfaltig, ebenso die der Kopie und auch die der Reproduktion.

Zur Demonstration kann jedes Positiv oder Diapositiv, auch die Kopie des Original-Negativs verwendet werden. Hiezu sind die modernen Diapositiv- und Positivapparate eingerichtet.



Abb. 1. Windwurf. Flugzeug-Aufnahme.

Das Beste aber geben die Stereoskop-Demonstrationsapparate, welche stereoskopische Aufnahme voraussetzen. Hier betrachtet man zwei verschobene Bilder, die sich decken und plastisch erscheinen, wie es bei der Betrachtung mit beiden Augen stets geschieht.

Solche Betrachtung erfolgt in besonderen Schaukästen. Eine Projektion wie bei Diapositiven ist nicht möglich.

Viele derartige Bilder von wunderbarer Plastik habe ich aufgenommen z. B. von der Holzzerstörung durch Holzschwämme tief unten im Bergwerk. Sie wurden auf der Nürnberger Forstausstellung und in meinen Universitätsvorlesungen gezeigt.

Eine ganz neue Darstellung der Schadaufnahmen bieten uns die Photos vom Flugzeug aus. Eine Auswahl sehr schöner und instruktiver Bilder verdanke ich der Photogrammetrie G. m. b. H. in München,



Abb. 2. Windwurf. Flugzeug-Aufnahme.

Föhringer Allee 1. Von diesen bringe ich mit Erlaubnis genannter Gesellschaft vier ausgewählte Bilder von den letzten schweren Sturmschäden im Bayerischen Walde Juli 1929.

Dem schweren Sturm im Bayer. Walde (4. 7. 29), der zum Teil die Erscheinung des Windwurfes hinterließ (Abb. 1, 2 u. 3), zum Teil die zerstörende Wirkung des Windbruches (Abb. 4 u. 5) hervorrief, folgte, um den Waldschaden zu vollenden, ein Hagelschlag, der die vom Sturm nicht beschädigten Jugenden von Buchen, Fichten, Lärchen grausam verwundete. Die jungen Sprosse waren vielfach geknickt

oder ganz abgeschlagen, die Rinde der stärkeren und weniger biegsamen Äste und Ästchen war zerfetzt und vom Splint abgezogen, viele Wunden gingen weiter in die Tiefe. Die Nadeln waren abrasiert, die Blätter durchlöchert und zerrissen (Abb. 6). Viele Kulturen werden wohl entfernt und neu begründet worden sein.

Auch stärkere Stangen und Äste, ja Stämme, besonders der Buchen, sind auf der Wind-exponierten Seite mit schweren Wunden übersät. Wenn diese auch überwallt werden, bilden sie doch verfärbte und vielfach von Pilzen zerstörte Faulstellen im Baumkörper.



Abb. 3. Windwurf. Flugzeug-Aufnahme.

Der totale Windwurf erwachsener und hiebsreifer Stämme ist bei Nutzholz weniger schädlich als der Windbruch und die Zerstörung des Jungwuchses. Doch sind die Folgen solcher Katastrophen zu mannigfaltig und die Nutzbarkeit des betroffenen Waldes so verschieden, daß man allgemeine Regeln kaum aufstellen kann.

Der Windwurf, durch den der Wurzelballen aus dem Boden gerissen und der Stamm, meist unverletzt in der Sturmrichtung zu Boden



Abb. 4. Windwurf und Windbruch (wo man weiße Stangen ohne Kronen sieht!)
Flugzeug-Aufnahme.



Abb. 5. Windbruch von Fichten durch den Sturm vom 4. 7. 29 im bayer. Wald
bei Zwiesel. Aufnahme der Photo-Verkaufsstelle A. Pech, Zwiesel.

geworfen wird, ist vielleicht die schonendste Art der Katastrophe, weil das Stammholz am wenigsten entwertet wird und dem Abtrieb vielfach schon nahe stand.

Immerhin fallen dem Windwurf auch schon Stangenholzer anheim, die eine geringwertige Nutzung geben und oft wegen der Durchlöcherung des Bestandes eine Neubegründung der Verjüngung fordern oder eine — Auspflanzung.



Abb. 6. Hagelschaden in Fichten- und Buchen-Jungwüchsen
im Anschluß an den Sturm im bayer. Walde.

Der Windbruch vernichtet aber durch weitgehende Splitterung oft die Verwertung der Stämme als Nutzholz vollständig und macht auch die meiste Arbeit.

Bericht über die Bekämpfungsaktion gegen Borkenkäfer nach Sturmverheerungen 1931—1932.

Von Ivar Trägårdh und Viktor Butovitsch in Meddelanden
från Statens Skogsförsöksanstalt, Häfte 28, Nr. 1, Stockholm.

Der interessante, reich illustrierte und mit Tabellen und Karten versehene Bericht stellt einen ganzen Band von 268 Seiten dar und ist in schwedischer Sprache geschrieben bis auf einen, dankenswerter Weise beigefügten, deutschen Teil von S. 240—268, welcher den Hauptinhalt zusammenfaßt. Im Interesse der Wichtigkeit des Gegenstandes für den deutschen Forstmann lasse ich diesen Teil mit gütiger Erlaubnis der Forstl. Versuchsanstalt in Kopenhagen hier abdrucken. Tubeuf.

Die Jahre 1931 und 1932 müssen zu den schwersten gerechnet werden, die die Geschichte der schwedischen Forstwirtschaft zu verzeichnen hat. Nicht genug damit, daß die Holzpreise infolge der Weltkrise ihren Tiefstand erreicht hatten, richteten drei dicht hintereinander folgende Stürme gewaltige Verheerungen in den Wäldern Süd- und Mittelschwedens an.

Am 8. Juli 1931 brauste ein Südsturm über Jylland, die dänischen Inseln, Schonen, Blekinge und Ostküste Smålands dahin und warf etwa 1 1/4 Millionen Festmeter Holz nieder. Der Schaden war umso empfindlicher, als ein beträchtlicher Teil der Stämme, namentlich in Schonen, in etwa 3 m Höhe gebrochen wurde. Günstig war aber, daß die Katastrophe im Hochsommer eintraf also nach der Flugzeit der wichtigsten Schädlinge, so daß weder eine Massenvermehrung der Forstinsekten noch eine nennenswerte Qualitätsminderung des Holzes zu befürchten war und für die Räumung der Schläge geraume Zeit zur Verfügung stand.

Am 15. Dezember 1931 brach ein orkanartiger Sturm in die Provinz Uppland ein, verwüstete hier ein 165 000 ha großes Waldgebiet und setzte in südlicher Richtung nach Gotland fort, wo er gleichfalls gewaltige Schäden anrichtete. Im ganzen sind über 2 Millionen fm geworfen worden, wovon 1776 000 fm allein auf das nördliche Uppland entfallen. Die meteorologischen Verhältnisse kurz vor dem Sturm waren sehr ungünstig. Es fiel nasser Schnee in reichlichen Mengen, dann sank die Temperatur unter Null, während es ununterbrochen weiter schneite; dadurch wurden die Bäume, die in diesem Jahr ungewöhnlich viel Zapfen trugen, sehr stark belastet und konnten dem starken Winddruck, zumal der Boden nicht gefroren war, nicht widerstehen.

Anm. Vielfach ist in dem hier in deutscher Sprache veröffentlichten, zusammenfassenden Berichte (Resumé) auf Abbildungen, Tabellen und andere Angaben mit Seitenangaben verwiesen. Diese können nur in der dem Resumé vorangegangenen Hauptarbeit (S. 1—240), aber nicht in unserem Berichte S. 240—268 des Heftes (Häfte) 28, Nr. 1 gefunden werden.

Der starke Holzanfall auf relativ kleiner Fläche forderte intensive und rasche Aufarbeitung. Besondere Schwierigkeiten bot die Finanzierung der Räumungsarbeiten, namentlich für Kleingrundbesitzer. Dank dem Eingreifen des Reichstags gelang es aber, den Bedürftigen Staatsmittel zur Verfügung zu stellen. Die Arbeitsbelastung war jedoch zu groß, daß man es hoffen können, die Wurfflächen noch während der Wintersaison 1931/32 zu räumen.

Der dritte Sturm vom 1. Februar 1932, der eine Holzmenge von rund 2300000 fm niederwarf, war wirtschaftlich von weniger ernster Natur, da er auf breiter Front mehrere Provinzen (Värmland, Dalarna, Gästrikland, Närke, Södermanland und Östergötland) streifte. Die niedergelegte Holzmasse je ha Waldfläche war hier also bedeutend geringer, so daß die Räumung der Wurfflächen zum größten Teil noch in demselben Winter abgeschlossen werden konnte.

I. Die Organisation der entomologischen Untersuchungsarbeiten und ihre Durchführung.

Trotzdem die Räumungsarbeiten in den Sturmschadensgebieten im Eiltempo betrieben wurden, lag es doch auf der Hand, daß eine völlige Aufarbeitung sämtlicher „Sturmschläge“ vor Beginn des Sommers unmöglich zu bewerkstelligen war. Man rechnete, daß ein nicht unbedeutlicher Teil der Wurfflächen, namentlich in Uppland, teilweise geräumt oder ganz unaufgearbeitet über den Sommer liegen bleiben würde. Erfahrungsgemäß bringt ein solches Liegenlassen des Holzes im Walde Qualitätsminderung und Vermehrung schädlicher Insekten mit sich. Die Waldflegeämter (Skogsvårdsstyrelserna) in den Bezirken Uppsala und Stockholm, welchen die Kontrolle über die Räumung und Wiederaufforstung der Sturmflächen oblag, ersuchten daher den Leiter der Entomologischen Abteilung der Schwedischen Forstlichen Versuchsanstalt um ein Gutachten betr. vorliegender Insektengefahr und ihrer Vorbeugung. Die Entomologische Abteilung wies auf die Gefahren hin, die mit einer nur teilweise abgeschlossenen Räumung der Wurfflächen verbunden sind, und erklärte sich bereit, die forstschutzliche Arbeit bei der Aufarbeitung der Windfallgebiete zu übernehmen. Die Waldflegeämter richteten daraufhin eine Eingabe an S. M. den König mit dem Ersuchen, der Entomologischen Abteilung den Auftrag zur Leitung und Überwachung der Abwehrmaßnahmen gegen Forstsäädlinge zu erteilen; gleichzeitig erbat das Kuratorium der forstlichen Versuchsanstalt vom König, die zur Durchführung dieser Arbeiten erforderlichen Mittel bewilligen zu wollen. 1932 sind der Abteilung für diese Zwecke 9100, 1933, nach nochmaliger Eingabe, 14450 Kronen, aus dem Reservefonds für besondere Ausgaben angewiesen worden.

Das stark angeschwollene Arbeitsprogramm der Abteilung erforderte eine entsprechende Vergrößerung des Personals; es sind daher zwei Extra-Assistenten, die forstentomologisch gut geschult und mit forstlichen Verhältnissen vertraut waren, angestellt worden. Der Leiter der entomologischen Abteilung und die beiden Assistenten bildeten die sogenannte „Sturm-Kommission“, die bereits Anfang April 1932 mit den vorbereitenden Arbeiten begonnen hat. Die Tätigkeit dieser Kommission erstreckte sich teils auf Untersuchung der Schädlingsvermehrung in Sturmschadensgebieten und Ausarbeitung zweckdienlicher Abwehrmaßnahmen, teils auf mündliche und schriftliche Beratung der von der Sturm katastrophe betroffenen Waldbesitzer und Forstbeamten, sowie auf spezielle Untersuchungen über das forstliche Verhalten der Schädlinge, Bekämpfungstechnik, Holzkonservierung u. dgl. Besonders wichtig war die Aufklärung der Waldbesitzer und des Forstpersonals über die Bedeutung der Schädlinge und die Notwendigkeit ihrer Bekämpfung; von außerordentlichem Wert war hierbei das einsichtsvolle und energische Vorgehen der Waldpflegeämter in den betroffenen Provinzen, bzw. Bezirken, die in Übereinstimmung mit den von der Sturmkommission ausgearbeiteten Richtlinien die Ausführung der Sanierungsmaßnahmen, soweit es in ihrer Macht stand, durchsetzten.

Während der beiden Bekämpfungsjahre 1932 und 1933 ließ die Kommission den Waldbesitzern und Forstbeamten Rundschreiben zugehen, in denen über einzelne Fragen der Sturmflächenbehandlung und Schädlingsbekämpfung genaue Auskunft erteilt wurde. Außerdem wurde eine Reihe von Belehrungsartikeln¹⁾ in den Fachzeitschriften veröffentlicht, die später als Flugblätter von je 1500—2000 Exemplaren den Interessenten zugeteilt wurden. In zahlreichen Vorträgen bemühte man sich ferner, den Forstleuten die waldhygienischen Gesichtspunkte bei der Räumungsarbeit klarzulegen.

Die Felduntersuchung der sturmbeschädigten Gebiete begann Mitte April 1932. Zunächst wurden Orientierungsreisen, die sich über das ganze Sturmschadensgebiet von der Südküste Schonens und bis nach Dale-

-
- 1) 1. Översikt över de viktigaste skogsinsekterna, som kunna beräknas uppträda på de stormfällda träderna. Skogen nr 7, 1932.
 2. Vilka åtgärder böra vidtagas för att erhålla återväxt på stormhyggerna ? Skogen nr 10, 1932.
 3. Bekämpa barkborrarna i de av stormen härjade skogarna ! Skogen nr 11, 1932.
 4. Råd och anvisningar för vinterns röjnings- och avverkningsarbeten inom de stormhärjade områdena. Skogen nr 22, 1932.
 5. Röja eller icke röja ? Några synpunkter på situationen i de stormhärjade skogarna. Skogen nr 23, 1932.
 6. Ytterligare råd och anvisningar angående bekämpandet av barkborrarna på stormhyggerna. Skogen nr 10, 1933.

karlien erstreckten, vorgenommen. In der Julisturmzone waren die Windfallflächen zu dieser Zeit zum größten Teil aufgearbeitet und das Holz abgefahren. Nur in Südostschonen, in einigen Ortschaften der Provinz Blekinge und des Bezirkes Süd-Kalmar gab es noch Sturmschläge, deren Räumung voraussichtlich noch längere Zeit beanspruchen würde. Für Schonen konnte eine solche Verzögerung keine ernsten Folgen haben, denn in dieser Provinz fehlen sowohl der 8-zähnige, als auch der 6-zähnige Borkenkäfer, und die einzige Borkenkäferart, die in nennenswerten Mengen auftritt, *H. palliatus*, ist wirtschaftlich ziemlich bedeutungslos. Eine Vermehrung der beiden Waldgärtner-Arten konnte auch nicht in Betracht kommen, da nur wenig Kiefernholz geworfen und dieses zumeist gleich aufgearbeitet wurde. In Blekinge und Süd-Kalmar dagegen, mußte man eine Übervermehrung des Buchdruckers befürchten; das Arbeitstempo mußte daher noch weiter gesteigert werden. Man baute neue Abfuhrwege, Waldbahnen, errichtete mitten im Walde fliegende Sägewerke u. dgl., um das Holz an Ort und Stelle verwerten zu können.

Die Februarsturmzone war zu Beginn des Sommers 1932 mit einigen seltenen Ausnahmen aufgearbeitet und vollständig geräumt. Man konnte hier also von jeglichen Sicherheitsmaßnahmen absehen. Mancherorts, so z. B. in der Prov. Västmanland ging der Schädlingsbestand sogar zurück; die im Jahre 1933 ausgelegten Kontrollfangbäume zeigten nämlich einen ungewöhnlich schwachen Befall. Solche Gegenden sind dank schneller und äußerst sorgfältiger Räumung käferärmer geworden.

Wesentlich anders war die Lage in der vom Sturm am schwersten heimgesuchten Waldlandschaft der Prov. Uppland. Obwohl alle ansässigen und Tausende von ortsfremden Arbeitern an der Räumung beteiligt waren, neue Wege und Triftstraßen gebaut wurden und alle in der Provinz verfügbaren Lastautos für den Abtransport gemietet waren, bestand keine Möglichkeit, die Räumungsarbeiten rechtzeitig zu erledigen. Ein sehr beträchtlicher Teil der Wurfflächen mußte vielmehr über den Sommer, halbaufgearbeitet oder nicht einmal angerührt, liegen bleiben.

So klein der eiserne Bestand der Schädlinge in Uppland auch sein mochte, so war es einleuchtend, daß er sich innerhalb eines Sommers gewaltig vergrößern würde. Hierzu eigneten sich am besten die teilweise aufgeräumten Schläge, mit Massen von Schlagabbaum und anderen günstigen Brutstätten; Windwürfe waren dagegen noch viel zu frisch und widerstandskräftig und daher weniger begehrlich.

Eine gänzliche Unterdrückung der Schädlingsvermehrung in Uppland wäre ganz unmöglich, denn weder Arbeitskräfte, noch Geldmittel hatten dazu gereicht. Um jedoch nach Möglichkeit der Massenvermehrung entgegenzuwirken, wurde allen Waldbesitzern empfohlen, Schlag-

abraum sowie liegen gebliebene Abschnitte über 10 cm Stärke kurz vor oder während der Schwärmezeit der wichtigsten Schädlinge streifenweise zu schälen. Durch diese Maßnahme hoffte man einerseits die so behandelten Hölzer noch mehr fängisch zu machen (Harzgeruch!), anderseits aber die Brut der sich eingenisteten Käfer infolge rascher Austrocknung automatisch zu vernichten. Von einem Vollschälen nach der erfolgten Eiablage, das ohne Zweifel sicherer und mehr durchschlagend wäre, mußte man wegen zu hohen Kosten absehen. Für Schälarbeiten standen Staatsmittel zur Verfügung, die jedoch nur solchen Waldbesitzern zugebilligt wurden, die sich vertragsmäßig bei dem ständigen Waldpflegeamt verpflichteten, die Räumungs- und Schälarbeiten innerhalb einer vorgeschriebenen Frist zu bewerkstelligen. Den Waldpflegeämtern gelang es auch, die Mehrzahl der Waldbesitzer, in der Hauptsache die Bauern, zu verpflichten. Allerdings war der größte Waldeigentümer in Uppland, Gimo-Österby A.-B., auf dessen Teil 45 % der gesamten in Uppland niedergelegten Holzmasse entfiel, aus arbeitstechnischen Gründen nicht in der Lage, die vorgeschlagenen Maßregeln durchzuführen.

Die Wirkung des Streifenschälens war, was die Fichte anbelangt, sehr befriedigend. Die Untersuchung einer 8 ha großen, teilweise aufgearbeiteten Windfallfläche, von welcher nur ein Teil nach Vorschrift behandelt, der Abraum also streifengeschält wurde, zeigte nämlich, daß, während die Produktion des Buchdruckers je qm Rinde auf streifengeschältem Holz nur 97 Jungkäfer betrug, erreichte sie auf unberindeten Hölzern 2075 Individuen, m. a. W. bewirkte das Streifenschälen eine Produktionsminderung von 95,3 %. Die Rindenstreifen waren im Durchschnitt 4 cm breit. Starke und tiefe Risse, eine Begleiterscheinung der Streifenschälmethode, spielten in diesem Fall keine Rolle, da der Schlagsabraum zu Brennholz verarbeitet werden sollte.

An Kiefer war der Erfolg des Streifenschälens sehr unbedeutend: auf geschältem Holz zählte man im Durchschnitt 486, auf ungeschältem 740 Waldgärtner per qm, gleichbedeutend mit einer Minderung der Produktion von 34,3 %. Die geringe Effektivität dieser Schälmethode an Kiefer erklärt sich daraus, daß das Streifenschälen für dickborkige Stammpartien nicht geeignet ist, da genügend schmale Rindenstreifen nicht herzustellen sind; außerdem hält sich der Bast unter dicker Kiefernborke viel frischer. So erfolgreich das Streifenschälen gegen den Buchdrucker auch sein mag, ist seine Anwendung gegen den großen Waldgärtner nicht zu empfehlen, da zwischen dem Erfolg und den Kosten kein angemessenes Verhältnis besteht. Man denke nur, daß durch Vollschälen, d. h. bei Erhöhung der Schälkosten um etwa 50 %, eine beinahe 100 %-ige Vernichtung der Brut erzielt werden kann.

Nachdem die Zeit so weit vorgeschritten war, daß die Vorkehrungen zum Vorbeugen der Schädlingsvermehrung nicht mehr nutzen konnten, richtete man das Hauptaugenmerk auf das Auftreten, das Verhalten und die Vermehrung der Forstschädlinge auf unaufgearbeiteten oder nur teilweise geräumten Wurfflächen. Dabei galt es nicht nur die Ökologie einzelner Arten unter verschiedenen Verhältnissen zu studieren, sondern auch die Zusammensetzung der Schädlingsfauna und die Vermehrung der wirtschaftlich bedeutendsten Arten quantitativ zu erfassen. Hierzu bedurfte es einer schnellen, leicht ausführbaren und zuverlässigen Untersuchungsmethode. Eine solche ist auch in Form eines Linienabschätzungsverfahrens ausgearbeitet und mit Erfolg benutzt worden. Dank dieser Methode war es möglich, den Verlauf der Übervermehrung in den Jahren 1932—33 zu verfolgen, die Besonderheiten der räumlichen Ausbreitung der Schädlinge und die numerische Größe der Population genau zu ermitteln, vor allem aber eine lediglich auf Tatsachen beruhende Prognose zu stellen. Näheres über diese Methode und ihre Ergebnisse ist im Kapitel über „Die forstentomologische Abschätzungsmethodik“ S. 246 enthalten. Es sei hier nur auf die wichtigsten Resultate 1932 hingewiesen:

Die Vermehrung des Buchdruckers war auf Sturmlücken relativ größer als auf größeren Wurfflächen; im Durchschnitt war sie auf unaufgearbeiteten Schlägen 140 000, auf teilweise aufgearbeiteten 450 000 und auf rechtzeitig geräumten Schlägen 0 Individuen je ha. Für den großen Waldgärtner sind die entsprechenden Zahlen: 150 000, 57 000 und 5 000. Die Produktion des letzteren per ha war unabhängig von der Größe der Wurffläche. Die geringe Vermehrung auf teilweise aufgearbeiteten Schlägen erklärt sich daraus, daß bei Räumung der Windwürfe zuerst die Kiefer, namentlich das grobrindige Schnittholz, berücksichtigt wird.

Dank reichlichen Mengen an bruttauglichem Material, sind Angriffe auf stehende Bäume in den Sturmschadensgebieten im Jahre 1932 mit Ausnahme des Privatwaldes Strömserum (Bezirk Süd-Kalmar) nirgends beobachtet worden. In Strömserum wurden die Sturmflächen zwar aufgearbeitet, das Schnittholz aber wegen Waldarbeiterstreikes nicht abgefahrene. Die Produktion des Buchdruckers erreichte hier die für das Jahr 1932 Rekordgröße von 1 300 000 per ha. Dazu kommt, daß *I. typographus* in Südschweden, durch außerordentlich warme Wittring begünstigt, im Jahre 1932 statt einer, zwei Generationen erzeugte (auch in Mittelschweden sind in diesem Jahre 2 Generationen des Buchdruckers, allerdings nur als Einzelerscheinung, beobachtet worden). Die Folge war, daß die frühzeitig fertiggewordenen Jungkäfer der ersten Generation die nach Süden und Westen exponierten Bestandesränder angriffen, wobei hauptsächlich die stärksten und anscheinend nicht windgeschobenen Stämme bebrütet wurden.

Eine ähnliche Invasion der Borkenkäfer in die gesunden Bestände, jedoch von weit größeren Ausmaßen, hätte man 1933 in Uppland erwarten müssen, allerdings unter der Voraussetzung, daß alles Sturmholz während des Winters aufgearbeitet und aus dem Walde entfernt würde. Man war daher bemüht, die Waldbesitzer auf diese Gefahr aufmerksam zu machen und sie zur Abwehr zu bewegen. An alle in Frage kommenden Waldbesitzer ist daher eine Instruktion geschickt worden, in welcher über das Werfen von Fangbäumen und deren rationelle Behandlung genaue Auskunft gegeben wurde. Dieser Instruktion wurde auch von zahlreichen Bauernwaldbesitzern, die die Schlagräumung nicht rechtzeitig abschließen konnten, Folge geleistet. Auf dem weitaus größten Teil der Sturmflächen, wo Borkenkäfervermehrung bereits stattgefunden hat, sind Fangbäume jedoch nicht ausgelegt worden, weil die Räumung dieser Flächen, infolge des im Winter 1932/33 ausgebrochenen Arbeitsstreikes, sich sehr verzögert hatte. Nach den Erhebungen der Waldpflegeämter gab es nämlich in Uppland im Frühjahr 1933 nahezu 4500 ha Wurfflächen, die vom Schlagabbaum noch nicht geräumt waren, und etwa 1300 ha noch völlig unaufgearbeitete Massenwürfe. Auf solchen Flächen hätte man mit Fangbäumen nur wenig ausrichten können, da enorme Mengen passenden Brutmaterials den Borkenkäfern zur Verfügung standen. Hier mußte daher ein anderer Weg eingeschlagen werden, nämlich die Aufarbeitung und den Abtransport des Sturmholzes vor dem Ausflug der jungen Generation abzuschließen.

Über die Fangbäume und deren Wirkung ist in dem Abschnitt „Versuche mit Fangbäumen“ S. 253 näher berichtet worden. Der Erfolg war durchschlagend: dort, wo Fangbäume geworfen wurden, ist kein einziger stehender Stamm angegriffen worden; wo aber diese Maßnahme unterlassen wurde und sonstiges Brutmaterial nicht vorhanden war, konnte man regelmäßig Angriffe auf stehende, meist der Sonne exponierte Bäume beobachten. Im Durchschnitt waren 4—5, nicht selten aber bis 20 und ausnahmsweise bis 50 Fichten je ha Wurffläche befallen. In der Regel handelte es sich hierbei um Gruppenangriffe, wobei vorzugsweise herrschende, nicht aber unterdrückte oder vom Wind geschobene Bäume befallen wurden. Je nach Rindenstärke, wurde die Stammoberfläche zwischen *I. typographus* und *P. chalcographus* geteilt. Später, von der zweiten Hälfte Juli an, gesellte sich der doppeläugige Fichtenbastkäfer zu, der teils in ihrer Gesellschaft brütete, teils aber ganz frische Stämme in der nächsten Nähe von Sterbelücken befiel.

Waldgärtner-Angriffe auf stehende Kiefern sind verhältnismäßig selten beobachtet worden; es waren dies lediglich unterdrückte, eingeklemmte, windgedrückte oder sonst beschädigte Stämme. Kronenfraß des Käfers machte sich dagegen stark bemerkbar.

Die trotz allen Anstrengungen nur sehr langsam fortschreitenden Räumungsarbeiten gaben Anlaß zu sehr ernsten Befürchtungen. Als die neue Generation des Buchdruckers die Stämme bereits zu verlassen begann, gab es immer noch sehr umfangreiche Wurfflächen, auf welchen die Arbeiten noch nicht abgeschlossen, ja nicht einmal in Gang gesetzt wurden. Die hier ausgeführten entomologischen Linientaxierungen zeigten, daß die Population des Buchdruckers enorm zugenommen hatte: 1932 betrug die durchschnittliche Produktion per ha auf den unberührten Sturmblößen 158000, 1933 2367000, also eine 15-fache Vergrößerung des bereits 1932 nicht unbeträchtlich angewachsenen Schädlingsbestandes. Eine starke Invasion des Buchdruckers in die gesunden Bestände wäre daher auf so behandelten Flächen im Sommer 1934 sicher zu erwarten, zumal etwaige Sturmholzreste nach so langer Zeit zum Brüten nicht mehr taugen konnten. Auf Wurfflächen, deren Räumung früher, jedoch nicht rechtzeitig abgeschlossen wurde, wäre ebenfalls mit einer, wenn auch bedeutend schwächeren Wurmtrocknis zu rechnen. Die entstandenen Borkenkäfer-Vermehrungsherde stellen jedoch im Vergleich mit der Größe der übrigen schädlingsfreien Sturmschadensgebiete einen sehr kleinen Bruchteil dar. Die Resultate der Räumungs- und Bekämpfungsaktion können daher im großen und ganzen als sehr befriedigend bezeichnet werden. Allerdings besteht immer noch die Gefahr, daß durch Unterlassen der erforderlichen Gegenmaßnahmen in Vermehrungsherden eine Borkenkäferkalamität, die leicht zu einer dauernden Waldplage werden kann, zum Ausbruch kommt.

Einige Beobachtungen über das Auftreten mancher Borkenkäferarten während des Sommers 1933 seien hier noch kurz angeführt. Am auffallendsten war das Verhalten des sechsähnigen Fichtenborkenkäfers, *P. chalcographus*, der, obwohl er oft für recht harmlos gehalten wird, sich als sehr gefährlicher Feind der Fichtenkulturen, sowie Dickungen und Stangenholzern gezeigt hat. Es war im Spätsommer und Herbst eine sehr häufige Erscheinung, daß Fichtenjungwüchse infolge seines Angriffs abstarben. In einem Fall (Gemeindewald Mänkarbo) erstreckte sich *chalcographus*-Befall auf eine 5—6 ha große 5—15 jährige Fichtenkultur, die auch zum größten Teil einging. Zahlreiche Analysen der befallenen und abgestorbenen Jungfichten haben gezeigt, daß sie vorher weder beschädigt, noch von einer Krankheit befallen waren. Da beide Sommer 1932 und 1933 sehr warm und niederschlagsarm waren, liegt der Gedanke nahe, daß die Pflanzen an Wassermangel gelitten haben und dadurch geschwächt wurden. Dafür spricht auch der Umstand, daß die Trocknis vornehmlich auf Kuppen und Anhöhen zu beobachten war.

Ähnliche Trocknisescheinungen machten sich auch in Kiefernwicklungen und Stangenholzern, allerdings nur recht selten bemerkbar.

Der Urheber des Absterbens war *Ips acuminatus*; auch er griff Baumgruppen oder ganze Horste an, die auf höher gelegenen Stellen stockten.

Der Schaden des großen Waldgärtners ging 1933 weit zurück, was darauf zurückzuführen ist, daß so gut wie alle Kiefernwindfälle im Frühjahr 1933 bereits aufgearbeitet und aus dem Walde entfernt waren.

Neben den rein bekämpfungstechnischen Arbeiten sind in den Jahren 1932 und 1933 eine Reihe von speziellen Untersuchungen über die Fangfähigkeit der Fangbäume, die Konservierung des Holzes im Walde und die Entwicklungsbedingungen der Borkenkäfer im Fichtenbrennholz ausgeführt worden, worüber unten näher berichtet wird (s. S. 267).

Außerdem wurde auf Veranlassung des Chefs der Forstverwaltung der Stora Kopparbergs A.-B., A. Löf, im Frühsommer 1932 ein Versuch angelegt, der die Wirkung verschiedenartiger Behandlung der Windwürfe auf Insektenbefall und Qualitätsminderung beleuchten sollte. Die Windwürfe wurden teils am Stock abgeschnitten, teils entastet, teils unberührt liegen gelassen; bei einem Teil wurde ferner die Schnitholzpartie, soweit man mit dem Schäleisen reichen konnte, voll- oder streifengeschält. Die von der Entomologischen Abteilung im September 1932 vorgenommene Revision dieses Versuches ergab folgende Resultate: Fichte war sowohl von Insekten als auch von Blaufäule in weit geringerem Grade befallen als Kiefer. Beide Holzarten zeigten stärkeren Befall, wenn die Stämme vom Stock abgetrennt waren. Voll-, namentlich aber Streifenschälen erwies sich nachteilig für die Qualität des Kiefernholzes, bewirkte dagegen keine nennenswerte Wertminderung am Fichtenholz. Die beste und billigste Konservierungsart wäre demnach das Liegenlassen der Windwürfe ohne jegliche Behandlung.

2. Die forstentomologische Abschätzungsmethodik.

Die in der letzten Zeit von verschiedenen Forschern vorgeschlagenen Methoden zur Abschätzung des Schädlingsbefalls im Walde sind in erster Linie für stehendes Holz abgesehen. Zur Untersuchung des liegenden Holzes, namentlich größerer Windwurfgebiete, sind sie weniger geeignet und liefern entweder keine, oder nur recht ungenügende Angaben über die absolute Größe des Schädlingsbestandes und die von verschiedenen Arten ausgenutzte Rindenfläche. Eine neue Methode, die eine rasche und für praktische Zwecke genaue Abschätzung des Schädlingsbefalls gewährleisten konnte, mußte daher ausgearbeitet werden.

Sie erinnert im wesentlichen an die bei Abschätzung der Wälder Schwedens angewandte Linientaxierungsmethode, ist also ein Probeflächen- oder besser Probestreifenverfahren. Der wesentliche Unterschied besteht jedoch darin, daß bei entomologischer Linientaxierung

nicht nur Probestämme, sondern sämtliches von der Taxierungslinie berührtes Holz untersucht wird. Nachstehend wird die forstentomologische Linienabschätzungsmethode („Linientaxierung“) näher geschildert.

a) Freilanduntersuchung.

Ehe mit der eigentlichen Taxierungsarbeit begonnen wird, macht man eine genaue Boden- und Bestandesbeschreibung, sowie eine Skizze der zu untersuchenden Sturmböße oder Lücke mit angrenzenden Gebieten. Sodann wird die Lage und die Richtung der Taxierungslinie oder Linien, wenn es sich um größere Sturmböße handelt, festgesetzt. Die Richtung wird so gewählt, daß die Linie nach Möglichkeit rechtwinklig zur Fallrichtung zu liegen kommt. Die Breite des Taxierungsstreifens wird nicht im voraus bestimmt, sondern späterhin als Verhältnis zwischen Gesamtlänge der von der Linie berührten Stämme oder Stammenteile und deren Anzahl errechnet. Berührt die Taxierungslinie beispielsweise 78 Windwürfe und Stammabschnitte, deren Gesamtlänge 836 m beträgt, so ist die Breite des Taxierungsstreifens $836:78 = 10,7$ m. Um ein bestimmtes Taxierungsprozent zu erreichen, schätzt man, ehe die Arbeit in Angriff genommen wird, die Durchschnittslänge der Stämme und deren Teile sowie das Areal der zu taxierenden Fläche; daraus ergibt sich die erforderliche Länge des Taxierungsstreifens. Sie ist umso länger, je größer das zu erstrebende Taxierungsprozent und je kürzer die Durchschnittslänge der auf dem Schlag liegenden Hölzer. Die Linien wurden stets von einem Bestandesrand bis zum anderen geführt, auch wenn dadurch, wie bei kleinen Lücken, das Taxierungsprozent unnötig hoch wurde. Um die regionale Ausbreitung der Schädlinge auf Sturmbößen erforschen zu können, sind die Linien in 20 m lange Sektionen geteilt worden.

Neben den Windfällen und Stammabschnitten untersucht man auch die Stubben und die stehenden Bäume 5 m von beiden Seiten der Taxierungslinie.

Nachdem das Meßband in der gewünschten Richtung ausgestreckt wird, mißt man den Mittendurchmesser und die Länge sämtlicher von ihm berührten Stämme oder Stammenteile; ferner schätzt man die relative Größe der von verschiedenen Schädlingen ausgenutzten Mantelfläche, das sogenannte Besetzungsprozent nach der folgenden Skala:

	ausgenutzte Mantelfläche in %	
	von — bis	im Durchschnitt
Einzelne Gänge	0—10	5
Besetzung $< \frac{1}{2}$	10—40	25
„ etwa $\frac{1}{2}$	40—60	50
„ $< \frac{1}{2}$	60—90	75
Vollbesetzung	90—100	95

Beim Schätzen der Frequenz werden die Stämme an verschiedenen Seiten fleckweise geschält und die geschätzte Gesamtbesetzung sowie die Besetzung für wichtigere Schädlingsarten gebucht. Für Windwürfe notiert man außerdem den Grad der Beschädigung des Wurzelsystems als Verhältnis zwischen dem ausgehobenen Teil des Wurzelballens und der ganzen Wurzelplatte, ferner Neigungsgrad des Stammes, sowie auch Färbung und Zustand der Krone. Bei der Buchung notiert man die verschiedenen Angaben in folgender Ordnung; Baumart, Sortiment, Neigung, Länge in m, Mittendurchmesser in cm, Wurzelschaden, Besetzungsprozent für angetroffene Arten und das totale Besetzungsprozent.

Nachdem die Aufnahme des Probestreifens abgeschlossen ist, werden Produktionszählungen (unter Produktion ist die Zahl der Nachkommen je Flächeneinheit zu verstehen) für die in Frage kommende Art oder Arten vorgenommen. Für diesen Zweck wählt man Stämme oder Stammteile, die nach Möglichkeit nur von der betreffenden Art befallen sind. An diesen Stämmen werden Rindenprobeflächen von bestimmter Größe, gewöhnlich 20×40 cm, ausgezeichnet und innerhalb dieser etwaige Fluglöcher gezählt. Sodann wird die Rinde stückweise losgelöst und sorgfältig untersucht. Die dabei gefundenen Insekten werden gezählt und in folgende Gruppen getrennt: Larven, Puppen, junge und alte Käfer der betr. Art, sowie Raubtiere und Parasiten. Ferner wird notiert: Rindenstärke in mm, Zahl der Rammelkammer und Muttergänge und die von Fraßfiguren besetzte Fläche in % der Gesamtfläche der Rindenprobe.

Entomologische Taxierungen nach der angegebenen Methode sind nach Abschluß des Schwärms, am besten Ende des Sommers, auszuführen, da zu dieser Zeit auch die spätschwärmenden Arten mit ihrem Brutgeschäft fertig sind. Produktionszählungen sind am zuverlässigsten, wenn die Mehrzahl der Nachkommenschaft das Imaginalstadium erreicht hat; macht man sie zu früh, erhält man zu hohe Produktionswerte, da ein Teil der Brut im Verlauf der Entwicklung von Parasiten und Raubtieren vernichtet wird. Wird wiederum mit der Produktionsuntersuchung so lange gewartet, daß die meisten Jungkäfer ihre Brutstätten bereits verlassen haben, so läuft man Gefahr, zu niedrige Werte zu erhalten, da Fluglöcher bei verschiedenen Borkenkäferarten, u. a. auch beim Buchdrucker, von mehr als einem Individuum benutzt werden können.
(Schluß folgt.)